



Universitetet
i Stavanger

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY


MASTER'S THESIS

Study program/specialization:
Offshore Technology/
Environmental Engineering

Spring semester, 2009

Open / Confidential

Author: Jansen Zhanna B.

..... 

(signature author)

Instructor: Jostein Thorvaldsen, SWECO Norge AS

Supervisor: Leif Ydsteboe, UiS

Title of Master's Thesis: **Variable load related problems in projecting wastewater treatment plant in Bykle Commune at Hovden.**

Norwegian title: Problemanalyse vedrørende variabel belastning ved nytt Renseanlegg feriestedet Hovden i Bykle Kommune.

ECTS: 30

Subject headings: Sewage plant-variable load-
old and new technology-centralization-
problem solving

Pages: 61 + 107 attachments/other:

Stavanger, 12.06.2009.
Date/year

PREFIX (ABSTRACT)

This paper is based upon the project of renewing of Waste Water Treatment plant in Bykle Commune in Aust Agder, Norway.

It has been decided that it is necessary to build a new plant to meet the load as well as requirements for treatment. The new plant is to be located in Hovden at the newly developed industrial area in the southern part of the lake Hartevann.

The commune has decided to build a common plant for “Midregion” of the commune as well as Hovden. The sewage from Hovden will have to be pumped to the Industrial area by means of a submerged pipe.

The fluid from the “Midregion” requires new sewage lines for transferring of the fluid over a distance of 18 km. with an elevation of 150m. utilizing pumping stations incorporating buffer and storage tanks.

The “Midregion” consists mainly of Vacation Homes where in vacation season the occupation is approximately 70%. There are less than 50 permanent residences in the “Midregion”.

The “Midregion” does not today have common water supply but consists of private wells as well as small pumping stations of water. In the NIVA Report from 2003[Ref.:App.E] it is mentioned that in some area is not allowed for cabins to have an external water supply from private well or other source. The Commune intends to link all residential homes and cabins with a water supply from Hovden waterworks. The excavated ditch for the waterline will also contain the Sewage/fluid piping. The ditch has to be excavated at a minimum of 18 km in variable geological conditions ranging from gravel, more to solid rock.

Hovden and the “Midregion” are facing the same challenge of an extensive variation of load as is common for all Vacation communities. The difficulty is evident when a small local population is to maintain a properly functioning sewage plant that can within the framework of national requirements meet the variation with proper cleaning.

This paper is setting out to clarify the variable load problem by looking at available technology as well as assessing the communities’ decision of technology to be used. The paper further focuses on the environmental as well as the economic impact and consequences of the communes’ final decision.

This paper further gives a conclusive advice to Bykle Commune in the aspects of plant and the economic impact. For the matter of accuracy some reports used for this paper is presented in original in Norwegian. The assessment papers are attaches as well as discussion with the communes’ consultant from Sweco Norge AS.

The conclusion of this investigation and verification is that the “Midregion” should not be connected to a common plant at the Industrial Area in Hovden. It is both Environmentally and Economic advisable to build several Biodisk Sewage Plants using diffusion beds as receptacles for the effluent and letting the Biotope Biologically perform the end task of cleaning without any outlet into rivers or lakes.

At the Hovden area it points itself out as the only solution both environmentally and economically to use the BioBooster from Grundfos of Denmark. The BioBooster can handle the variable load as well as the future expansion without large construction and unnecessary economic cost of concrete tank and building. The BioBooster using a ultra filtration membrane gives a total cleaning result and a extremely clean effluent. (See final paper “Hovden Renseanlegg. Kort Assessment. Report til Bykle Kommune.” and Discussion [Ref.: App.I])

ASKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank

Jostein Thorvaldsen (Sweco Norge AS, Norway)

Karen Skriver , Jesper Ravn Lorenzen, Jacob Søholm (Grundfoss - Biobooster, Danmark)

Tom Smith, (BIODISK, Canada)

Adrian Suthurs, expert and the consulting group from Klargester (Norway)

Leif Ydsteboe, UiS

for help and providing resources in order to complete this paper.

CONTENT

A. INTRODUCTION.	6
ASSESSING THE LOAD VARIATION PROBLEM.	
1.0. ASSESSED AVAILABLE TECHNOLOGY:	10
1.1. SWECO-TWEITEN AS	10
1.1.1. Introduction with MMBR technology from Anox Kaldnes	11
1.1.2. Introduction with ActiFlo technology from Veolia Water Solution & Technology	14
LIST OF FIGURE:	
1.1.1. Bio carrier's samples	12
1.1.2. Simple scheme of waste water treatment using MBBR technology	13
1.1.3. Schematic process flow in the clarifier.	14
LIST OF TABLES:	
1. Biocarriers ranges	12
1.2.0. IMMOBILIZED CELL REACTOR.	16
1.2.1 Technical Aspects of this technology	16
1.2.2 The system description	16
1.2.3 Claimed advantages	18
1.2.4 Claimed disadvantages	18
LIST OF FIGURE:	
1.2.1 General layout of Sewage Treatment Plant using Advanced "Immobilized Cell Reactor"	16
1.2.1 Inside of an Advanced "Immobilized Cell reactor"	17
1.3.0. RBC SYSTEM (BIODISCS WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY):	20
1.3.1. Introduction to RBC	20
1.3.2. Process description	22
1.3.3. Kee NuDisx-R-The First ever advanced wastewater treatment plant with built-in Tertiary filter and UV disinfection system from Kee Group	23
1.3.4. Advantages	24
1.3.5. Disadvantages	27
1.3.6. Applications.	28
LIST OF FIGURE:	
1.3.1. RBC unit for 25-75 pe	20
1.3.2. RBC unit for 1-3 hoses/Cabins	21
1.3.3. RBC unit for 70 pe	22
1.3.4. Cross section KeeNuDisc	23
1.3.5. Picture of counseled RBC	24
1.3.6. Large closed RBC	24
1.3.7. RBC housing solution	25
1.3.8. RBC Housing inside (Prekestol hytten)	26
1.3.9. Large RBC installation – 50 000pe	27

1.4.0. BIOBOOSTER GRUNDFOS TECHNOLOGY:	29
1.4.1. Pressurized Biofilm Reactor (PBR) from BioBooster Grundfos	30
1.4.2. Membrane Biological Reactor (MBR) from BioBooster Grundfos	33
1.4.3. Typical system set up	34
1.4.4. Wastewater Treatment Plant for Hovden.	36
1.4.5. Comparison with other biological technology and performance characteristics.	38
1.4.6. Applications	40
1.4.7. Awards	41

LIST OF FIGURE:

1.4.1. Container Layout	29
1.4.2. BioBooster- PBR- Cross section	30
1.4.3. BioBooster PBR construction – Cross section	30
1.4.4. Plastic Rasp Disc	31
1.4.5. Exposed Schematic of waste circulation	31
1.4.6. Oxygen/ Air control changing unit	32
1.4.7. MBR Complete Cross section	33
1.4.8. MBR Reactor Configuration	34
1.4.9. Pretreatment typical configuration Layout	35
1.4.10. Full treatment. Typical system layout	35
1.4.11. Hovden suggested process layout.	36
1.4.12. compact, movable, Modular, Scalable Industrial Solution & Sewage Plant.	37
1.4.13. Comparison process efficiency/compactness PBR and MBR BioBooster technology with conventional systems.	38
1.4.14. MBR compactness comparison, industrial application.	40

2.0. VERIFICATION AND COMPARING OF DIFFERENT AVAILABLE SYSTEMS. 42

2.1. Conventional technology from SWECO-TVEITEN with using AnoxKaldnes and ActiFlo technologies	42
2.2. Immobilized Cell Reactor	43
2.3. Rotating Biological Contactors (RBC)	44
2.4. BioBooster Grundfos	46

3.0. SUGGESTED SCENARIO: 47

3.1. Scenario#1. Common Plant.	47
3.2. Scenario#2. WWT Plant for Hovden	51
3.3. Scenario#3. WWT Plant for “Midregion”	53

LIST OF FIGURE:

3.1. Process flow diagram for Hovden	49
3.2. Sewage system layout using RBC with land filtration and digestion of the rest effluent from plant.	54

4.0. POTENCIAL RISK OF CENTRALISATION. 56

LIST OF TABLES:

2. Tariff/year for WWT Plant in Fredericia 2004-2008.	56
---	----

A. CONCLUSIONS. 59

APPENDIX A. DEFFINITIONS

APPENDIX B. THE NIVA RAPPORT OF 2007 TO BYKLE COMMUNE (Norwegian)

APPENDIX C. UTSLEPPSØKNAD. HARTEVATN RENSEANNLEGG. HOVDEN OG
MIDTREGIONEN
RENSEDISTRIKT.BYKLE KOMMUNE. TVEITEN AS. A-103655.(Norwegian)

APPENDIX D. UTGRIING VEDKOMANDE RENSEANLEGG .BYKLE KOMMUNE .RAPPORTEN
ER
UTARBEIDD AV TVEITEN AS I SAMARBEID/SAMRÅD MED BYKLE KOMMUNE, TEKNISK
ETAT.(Norwegian)

APPENDIX E. NIVA REPORT of 2003 TO BYKLE COMMUNE (Norwegian)

APPENDIX F. SCHEMATIC DRAWING OF WASTEWATER PLANT FOR HOVDEN.SWECO-
TVEITEN AS.(Norwegian)

APPENDIX G. KVALITETSKONTROLLERT MINIRENSEANLEGG.DEN NORSKE
VERITAS,BIODISC(Norwegian)

APPENDIX H. PERFORMANCE RESULT.KLARGESTER BIODISC.

APPENDIX I. HOVDEN RENSEANLEGG. KORT ASSESSMENT .REPORT TIL BYKLE
KOMMUNE fra Zhanna Jansen (Norwegian)

a. DISSCUSSION WITH CONSULTANT FROM SWECO-TVEITEN AS (Norwegian)

A. INTRODUCTION.

ASSESSING THE LOAD VARIATION PROBLEM

This discussion is based upon report from Sweco AS and NIVA [Ref.: App. B, C, D, and E].

Existing Plant :

The existing WWT plant in Hovden is approximately 30 years old and outdated and does not meet today's requirements concerning of a biological stage. The plant has for many years been work above its construction limitation letting out raw sewage to Harte vann during peak tourist season. To meet the demand for the peak tourist season it is necessary to increase hydraulic capacity with 40% and further to arrange for processing of increased amount of sludge.

The present plants processing part must be enlarged with 130+150 m². Making an addition or increasing the present plant is not considered feasible and at the same time keeping the outdated plant running. One has to divide the amount of water hydraulically satisfactory and arrange for a rational positioning of the different processes according to each other.

There is nothing in the papers from Sweco AS or in the NIVA report about the rebuilding of the existing plant and the consequences related to this.

Positioning and use of necessary area.

As time has passed since the construction of the plant 30 years ago the development has lead to the tourist related activities of cabins and hotels have come closer to the sewage plant. The plant is now situated in prime tourist area and activity. At times the existing plant is letting out unacceptable smell. It must, however, be pointed out the plant with its inherited deficiencies has been maintain immaculately.

Conclusions:

After assessing all these aspects that have been discussed here it is evident that the plant needs to be totally renovated and the new plant situated at a new location.

Proposed Common Plant the industrial area at Harte vann

Outlet permission

Bykle Commune must ask for permission to pump processed water to Harte vann after cleaning in a biological Chemical Plant situated in the south part of Harte vann.

Fylkesmannen is the authority concerning pollution and a meeting with “Fylkesmannen” has a reference as follows:

FMVA understands that Harte vann is to be looked as a good recipient and the permission will be given, but it will be necessary to look at the positioning of outlet and the depth seen in connection with the local disadvantages at the point of outlet.

FMVA concludes that the platform for the permission of reconsidered new permission is to be performed in a new recipient evaluation with updated situational consideration of Harte vann.

The conclusion against or in favor of a common or divided plant the Commune start this work with investigation recipient eventually with mapping of the depth and the current in the east part of Harte vann

Requirements and the Process Decision

The existing requirements call for an organic process to be added.

The requirements of a new outlet quality and not the process itself mean that one needs a biologic treatment.

Conclusion:

One is working with the anticipation that the new plant must be equipped with the biologic stage.

Hydraulic Capacity.

Necessary capacity is shown in part 2, [Ref.:App; D]

This will be used as a base for the continuation of the work.

Positioning and area use.

One has not to take in consideration in the plant details, but is looking at regulated industrial area in the south part of Harte vann or the peninsula north of the shooting range. In “Badstudviki” as the actual alternative in this instance it is necessary to make a new plan to regulate the positioning of the new plant.

Fylkesmannen is concerned that it is no outlet in Otra (river) and the outlet must therefore under all instances be lead out north of the peninsula and out to Badstudviki.

Technical consequences

If a common plant are to be constructed one must position the piping as in accordance with the existing plants for the Middle region as follows.

Water supply:

It is planned to deliver water to the Middle region from Hovden WTP. The main pipe in Harte vann is along RV-9 to Nordli. This is not independent of other alternatives.

Outlet

In any case it will not be necessary to make arrangement to other ditch locations.

Pumping station has to be made in the area of Jeiskelid, Nordli for the transportation of the liquid of the water to the north.

A main pumping station has to be placed at Ørnfjellmoen. At the same as it calculated for Nordli for transport against Hartevann. The station for Tykkås, Solheimsmoen and Badstogedalen will change the dimensioning and partly the location but one does not see it necessary with new station.

The transportation equipment to Vatnedalsdammen and the outlet pipe in Vatnedalsvatnet can be taking out but the alternative requires an outlets arrangements. This is not to be taking into consideration in the cost calculations.

Conclusion:

In this document (NIVA) it has not to be taking to the consideration the positioning of the plant but one is stating that according to existing documentation is possible to establish a Common Plant by the south part of Hartevann. If one does decide that this is the case it is absolutely unnecessary that this is follow up with.

Evaluation of the positioning of the area eventually regulation of the area.

Updating of NIVA's research in Hartevann - mapping and status.

Research of depth and current in Hartevann

Planning of permission of the plant

Evaluation of the recipient

Supply (Feed)

NIVA Performed in 1989 research of environmental status in Hartevann and possible recipients capacity for future developing drainage basin for recipient. Hartevann was also under research in 2003 there was a case in situation in upper part of the river Otra possible recipient capacity for the construction in Middle Region.

Beside of hygienic consequences, outlet of phosphorus is the most important factor for evaluation of recipient situation with outlet of communal waste water. Phosphorus is a minimum factor for a biological growth and too big outlet of phosphorus will after a while bring Eutrophication and in the worst case oxygen failure freshwater location.

Based upon on that research was made a calculation for phosphorus delivery to Hartevann for planning dimension of developing area in Hovden\Middle Region, that following

Locals and tourists :	14 400 pe
10% leakage and 95% cleaning effect in WWT plant:	594 kg phosphor \year
Run-off from farming:	35kg phosphor \year
Area run-off\background run-off :	1 350 kg phosphor\year
Collected run-off after planned development:	1 979 kg phosphor\year

There is NIVAs evaluation and calculation to get above 95% cleaning effect on WWT plant. In annual basis it sounds very optimistic. Analogous calculation is based on 90% cleaning effect will give the next result:

Locals and tourists :	14 400 pe
10% leakage and 90% cleaning effect in WWT plant	792 kg phosphor\year
Run-off from farming	35 kg phosphor\year
Area run-off\Background run-off	1 340 kg phosphor\year
Collected run-off after planned development	2 177 kg phosphor \ year

Recipients' capacity

In NIVA report of 1989, Harte vann, the conclusions as follow

“Data for waters quality, phytoplankton and benthic fauna show clearly that Harte vann still is a very low nutrition. There was found the sign that indicate dangerous charge (load) from Hovden area or the low amount of agriculture (farming) that runs in the area of downfall. Existing supply of phosphor without cleaning at Hovden's WWT plant will give acceptable conditions I Harte vann.

Reservation is taken against local pollution disadvantages at the place of outlet. Benthic fauna community in Harte vann is apparently influenced by regulative intervention (control)”

The critical level for phosphor discharge to Harte vann was set in that NIVA report. In 1989 it was calculated reception capacity up to 3800 kg phosphor\year. That amount was reduced in report from 2003 to 3200 kg phosphor \year.

1.0. ASSESSED AVAILABLE TECHNOLOGY:

1.1. SWECO-TVEITEN AS.

The Commune in cooperation with the consultant from Sweco Norge AS made the followed project for Hovden and Hoslemo area:

Sweco suggests to implement conventional technology with open tanks (covered by rubber mats) and using MBBR biofilm technology (suspended biofilm carriers) from Anox-Kaldnes [Ref.:5] on the biological stage and ActiFlo technology from Veolia Water Solution & Technology [Ref.:2] for the chemical treatment and clarification. There are requirements and regulation about work environment consequently any new sewage plant has to have no open inner tanks.[Ref.:1,24]

The sewage plant and the technology recommended by SWECO cannot work efficiently with the huge variation in load 30 folds, 480 pe locals and 14 400 pe altogether with tourists in the high season.

Sweco suggests the schema that was implemented 3 years ago in Seljord Wastewater Treatment Plant.

That system consists of:

Mechanical treatment:

- Influx (Influent)
- Removal of large objects
- Removal of sand and grit
- Pre-precipitation

Biological treatment:

- Oxidation bed or aeration system
- Post precipitation

Chemical treatment:

This step is usually combined with settling and other processes to remove solids, such as filtration. (ActiFlo from Veolia Water.[Ref.:2])

Schematic drawing for SWECO's suggested wastewater treatment plant for Hovden [Ref.: App. F]

1.1.1. Introduction with MBBR technology from Anox-Kaldnes.

Biological stage:

Advanced Wastewater Treatment

Anox Kaldnes is a high **technology** company focusing on biological wastewater treatment. Anox Kaldnes has several strong trademarks, such as MBBR™, Bas™, HYBAS™, and Moving Bed™ all of which are associated with fundamental knowledge and leading-edge technology. [Ref.:5]

When communities of microorganisms grow on surface they form biofilm. Microorganisms in a biofilm are more resistant to harsh environment and to process disturbance in wastewater treatment compared to other types of biological processes. Thus, biofilm wastewater treatment technology can be considerably more robust and reliable in operation especially compared to conventional technologies like activated sludge.

System description

In the MBBR™ biofilm technology the biofilm grows protected within engineered plastic carriers, which are carefully designed with high internal surface area (See Fig.1.1). These biofilm carriers are suspended and thoroughly mixed throughout the water phase. With this technology it is possible to handle extremely high loading conditions without any problems of clogging, and treat industrial and municipal wastewater on a relatively small footprint. [Ref.:5]

The MBBR biofilm technology is efficient, compact and easy operates. It can be an excellent solution as a stand-alone process, a Moving Bed biofilm reactor, or it can be used to enhance or upgrade treatment potential of activated sludge process. [Ref.:5]

The industrial and municipal wastewater is led to the MBBR treatment reactor where biofilm, growing within the internal structure of the bio carriers, degrades the pollutants. These pollutants that need to be removed in order to treat wastewater are food (substrate) for growth of the biofilm. The bio carrier design is critical due to requirements for good mass transfer of substrate and oxygen to the microorganisms.

An aeration grid located at the bottom of the tank provides oxygen to biofilm with the mixing energy required to keep the bio carriers suspended and completely mixed within the reactor.

Treated water flows from reactor through a grid which keeps the MBBR bio carriers in the reactor. The reactor can be equipped with special spray nozzles that prevent excessive foam formation.

The MBBR biofilm technology is patented by Anox Kaldnes. [Ref.:5]

Bio Carriers



Fig.1.1.1. Bio carrier's samples. (From www.anoxkaldnes.com)

AnoxKaldnes has developed range of MBBR bio carriers to suite different processes and wastewaters (See Tab.1). There are different models:

Model	Length (mm)	Diameter (mm)	Protected surface (m ² /m ³)	Total surface (m ² /m ³)
K1	7	9	500	800
K3	12	25	500	600
Natrix C2	30	36	220	265
Natrix M2	50	64	200	230
Biofilm-Chip M	2,2	48	1200	1400
Biofilm-Chip P	3,0	45	900	990

Tab.1. Bio carriers ranges (From www.AnexKaldnes.com)

The initial MBBR biofilm unit process smoothes the loading peaks and any toxic inhibition effects while removing 50-70% of incoming BOD. This pre-treatment achieved 2 to 3 times increased capacity compared to a traditional activated sludge process.

The technology utilized the advantages of both activated sludge and other biofilm system (e.g. bio filters, bio rotors, etc) (but more sensitive to lack of nutrition than RBC system and it takes longer time to renew the population of microorganisms in case shock-load.

Design of carriers provides a large protected surface area for the biofilm and optimal conditions for the bacteria culture when the carriers are suspended in water. On their protected surfaces different microorganisms established the biofilm.

These carriers are kept in motion by the blast air injection in aerobic system or by stirrers in anoxic or anaerobic systems. The density of the carriers is very close to the density of water that makes them easy to mix while being aerated. [Ref.:5]

Applications:

- for new plants that require a small footprint and easy operation for BOD/COD and nitrogen removal
- As a high loading system in front of existing biological treatment –roughing reactor
- To increase the amount of nitrifying bacteria in existing activated sludge system using AnoxKaldnes carriers in a hybrid plant to meet ammonia limits [Ref.:5]

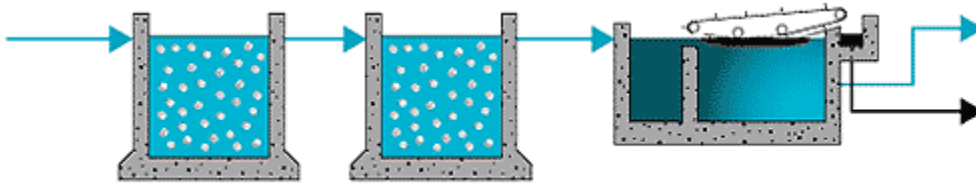


Fig.1.1.2. Simple schema of waste water treatment using MBBR technology with suspended biocarriers and secondary sedimentation tank. (From www.anoxkaldnes.com)

In a suspended sludge based treatment system, the sludge has to continuously be separated from the treated water and returned to the treatment basin. In an Anox Kaldnes™ MBBR, the carriers and the active biofilm are detained in the treatment tank by sieves over the outlet, which allow the treated water to pass to downstream units for further processing. It is very important to design the sieves properly not just for the retention of the carriers but also to avoid hydraulic issues. There are several benefits with a suspended biofilm system. Some of them are increased durability towards toxicity and variable loading, simple operation and a treatment system insensitive of bulking sludge.[Ref.:5]

Claimed Advantages:

- Compact
- Robust
- Simple operation
- Easy upgrade
- Enhances nitrification
- Low maintenance

Processes based on the Anox Kaldnes™ MBBR technology is feasible for both industrial and municipal wastewater and used for:

- Organic removal
- Denitrification
- Detoxification
- Secondary Sedimentation

The final step in the secondary treatment stage is to settle out the biological flock or filter material and produce sewage water containing very low levels of organic material and suspended matter.[Ref.:5]

1.1.2. Introduction with ActiFlo technology from Veolia Water Solution & Technology

Chemical Stage combined with settling and other processes to remove solids, such as filtration. (ActiFlo. Veolia Water.[Ref.:2])

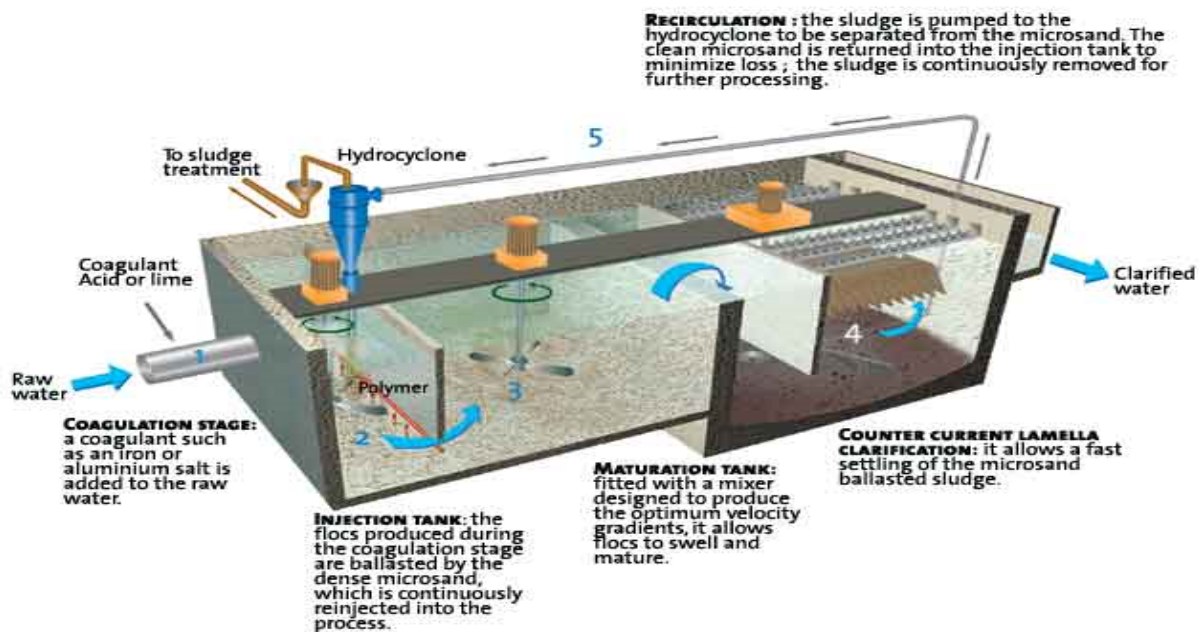


Fig. 1.1.3. Schematic process flow in the ultimate clarifier. (From www.veoliawaterst.com)

The clarifier:

ActiFlo™ is a high –rate clarifier exclusively developed and patented by Veolia Water Solution & Technologies.

ActiFlo is a compact process that operates with micro sand as a seed for flock formation (See Fig.1.3.) that allows clarifier design with very overflow rate and short retention times and also acts as ballast to aid a rapid settlement.

That gives advantage in footprint 5 folds smaller than classic lamella clarifier or dissolved air flotation (DAF) and up to 20 smaller than conventional clarifying system.[Ref.:2]

Using system ActiFlo™ gives:

- More than 90% removal of total suspended solids (TSS), colloidal matter, total phosphorus, heavy metals and faecal coli forms,
- 60% BOD and COD removal [Ref.:2]

Application

- Primary settlement
- Treatment of bio filter backwash water
- Clarification of trickling filter effluent, in replacement of a conventional clarifier.
- Tertiary polishing or phosphorus removal [Ref.:2]

Claimed benefits:

- High treatment efficiency: turbidity removal >90% (questionable (com))
- Small footprint compared to conventional clarifiers (in case constant flow (com))
- Don't need high educated personal
- Flexible: reacts quickly to changing raw water quality-provides consistently high quality effluent
- Very short start up time < 10 min
- The sludge produced can be thickened and dewatered easily
- Process can be automated and remotely controlled
- Minimum equipment to maintain
- 15 years of operating experience with more than 300 ActiFlo™ references worldwide
- Prefabricated package plants, [Ref.:2]

1.2.0. Advanced Immobilized Cell Reactor (Richard J.Runion, USA)

(Waste Water Treatment Plants using the latest Advanced Immobilized Cell Reactor Technology. [Ref.:28])

The author claimed that that plant can take any variation in load; this is the reason of analysis of that technology in this paper.

1.2.1. Technical Aspects of this technology:

Immobilized cells have been defined as cells that are entrapped within or associated with an insoluble matrix.

Under many conditions, immobilized cells have an advantage to immobilized enzymes. By preventing washout, immobilization allows a high cell density it be maintained in a bio-reactor at any floe rate.

This technology of immobilization of chemo/autotrophs, oxidation of dissolved organics in water and filtration of treated water. The activated carbon serves as a matrix and restricts the flow of microorganisms form flowing downstream [Ref.:28].

1.2.2. The system description

Collected domestic wastewater is screening and passing through a pressure sand filter to remove the suspended solids. (See Fig. 1.2.1.)

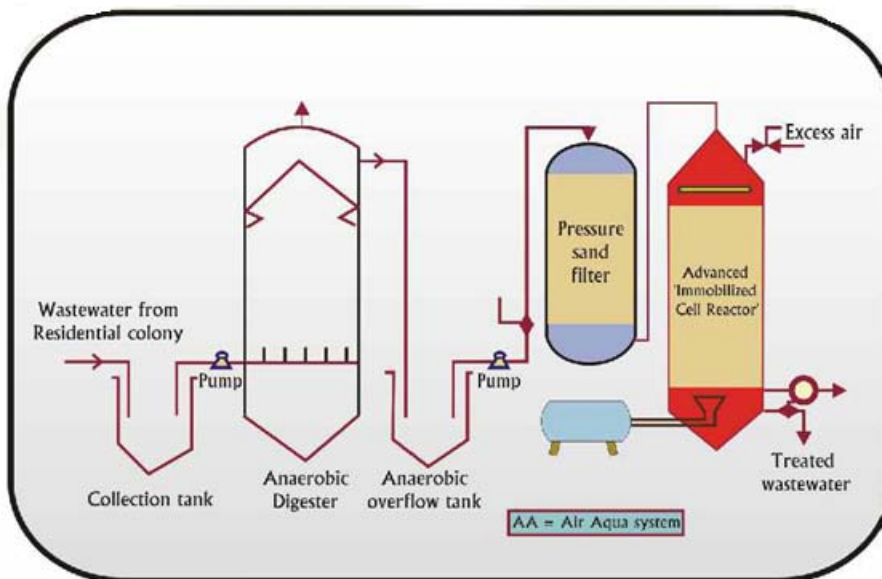


Fig. 1.2.1. General layout of a Sewage Treatment Plant using the Advanced “Immobilized Cell Reactor” (From Waste Water Treatment Plants using the latest Advanced Immobilized Cell Reactor Technology. Richard J. Runion)

The screened domestic wastewater is treating in an anaerobic reactor. The anaerobic treated wastewater is applied over the surface of the Advanced “Immobilized Cell Reactor” reactor. Advanced “Immobilized Cell Reactor” has an integrated biological and chemical oxidation incorporated in a single reactor. The reactor consist of a tall column (0.6 m height and diameter 0.15) packed with activated carbon. The activated carbon is immobilized with chemoautotroph of capacity 3.5×10^7 cells/g. Oxygen required for oxidation of organics in wastewater is supplied in the form of compressed air at a pressure 1-3kg/cm² from the bottom of the reactor. [Ref.:28].(See Fig.1.2.2.)

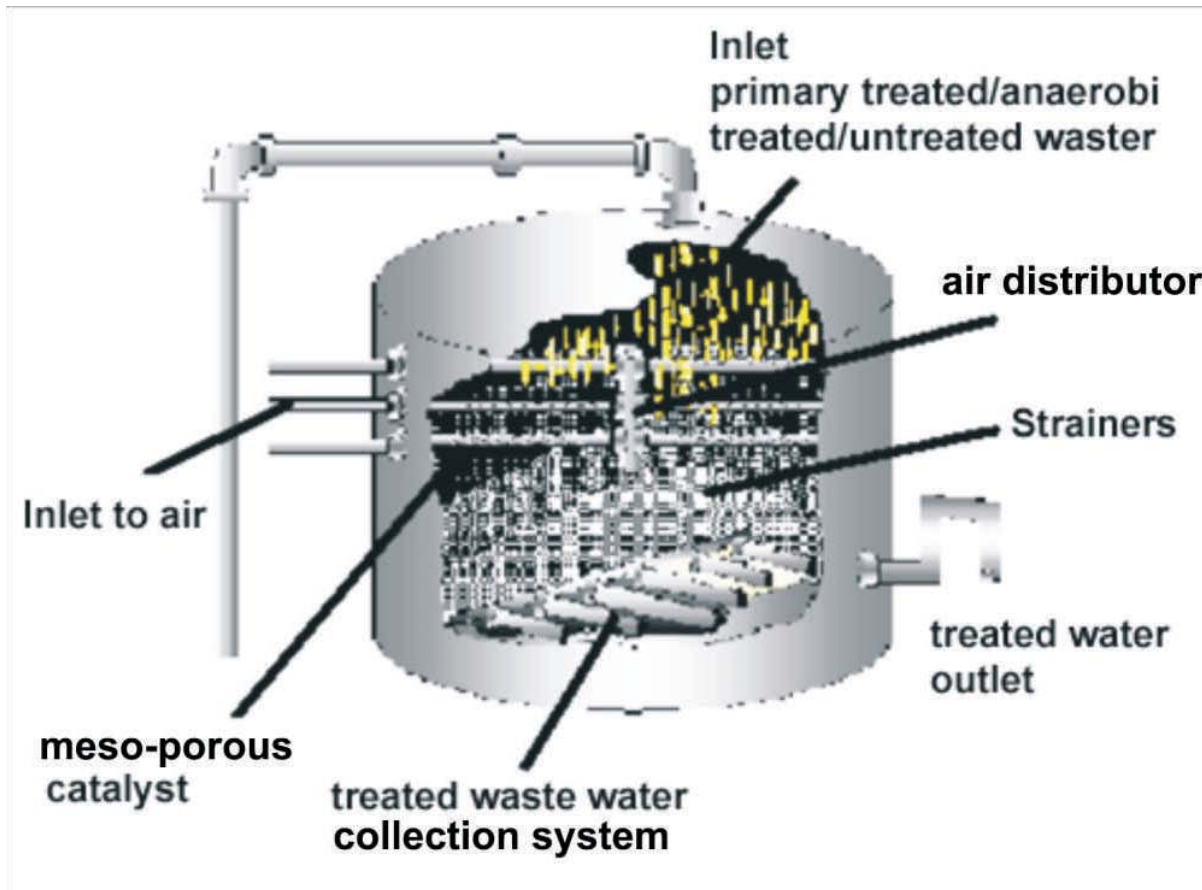


Fig. 1.2.2. Inside an Advanced “Immobilized Cell Reactor” (From Waste Water Treatment Plants using the latest Advanced Immobilized Cell Reactor Technology. Richard J. Runion)

1.2.3. Claimed advantages:

(From system description [Ref.:28].

Reduces BOD5 by 94%, COD by 90% and sulphide by 100%

Small footprint.

Have odour completely removed.

Claim, that can take a big variation in loading, (but apparently it is not, initially small volume (for home unit scale) doesn't give much flexibility to hold the load variation and it is no track record of the technology for industrial volume. (Com.))

Cost up to 50%.

Require 50% fewer maintenance staff [Ref.:28].

1.2.4. Claimed disadvantages:

The technology / book don't make any comments or references to the removal of phosphor.

The technology also has another limitation:

Permeability index is less than that of sand filters.

Maximum organic loading rate allowed is limited.

Performance is limited by the presence of suspended solids in wastewater [Ref.:28].

Comments:

This is an unproven technology and the assumptions made based upon design features and information given by the designer. The referred specialist/ author have not replied concerning a track record of the technology.

If wastewater needs proper pre-treatment and SS removal the footprint as indicated by producer is underestimated.

Anaerobic reactor in Norwegian condition with low temperature has to be huge, and even if the "Advanced Immobilized Cell Reactor" is very efficient and compact, the anaerobic reactor will have the significantly higher cost.

Multiple modules are required to handle huge volumes instead of a single module. In reality the single module is not simple and small, it fits for one family house but it is hard to imagine a plant for 8000 pe and more with that technology. The system tends to be complicated in its design.

The three most evident problems:

2. The Author cannot prove that his technology can take huge loads variation that is crucial factor for Hovden and similar tourist or vacation areas. This factor alone is enough not to consider this technology for variable load situation.

3. Sand Filter. In commercial usage with high flow rate a good aeration is a must (increase operation cost) and service (maintenance) inspection, cleaning, repairing, replacing, transporting to treatment facility for processing having a high cost (dumping is prohibited). Visual inspection required and laboratory tests are necessary. A flow meter and timer should be installed and periodically checked to ensure the right amount of effluent is being applied to the system. For the individual American home the daily running cost for a sand filter are based on the operation of a small submersible pump and average less than a dollar per month. Overall operational costs of \$200 -500 per year includes cleaning tanks, repair, maintenance and electricity. [Ref.:18]

(Products and especially labour in USA is significantly cheaper than in Norway, the price for operation and maintenance in Norway will be higher + dimension of commercial size of plant!)

2. Carbon filter – very costly in commercial use.

1.3.0. RBC SYSTEM (BIODISC WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY)

1.3.1. Introduction to RBC.

One of the most efficient waste water treatment technology is rotating biological contractor (RBC) that consist of a series of flat plastic circular disks (Biodisc) rotated perpendicular to the direction of the waste water flow and immersed approximately 40 % in the waste to be treated. (See Fig. 1.3.1.) Bacteria in wastewater attached and multiply on the rotating media and form a thick layer (fur) of biomass. Biofilm grows on the disks like seaweeds.



Fig.1.3.1. RBC unit for 25-70 pes (From <http://www.wee-engineer.com/biodisc.htm>)

The Biodisc system was developed independently in West Germany (by Harman and Popel and the United States (by Welch and Antonie) Biological slime covers the surface of the discs and adsorbs colloidal and dissolved organic matter present in the waste water. Excess slime generated by synthesis of the waste materials is sloughed off gradually into the mixed liquor and subsequently separated by settling .the rotating discs carry a film of the wastewater into the air where it absorbs the oxygen necessary for aerobic biological activity of the slime. Discs rotation also provides contact between the slime and the wastewater. Thus, the rotation discs provide 1) mechanical support for a captive microbial population; 2) a mechanism of aeration, the rate of which can be adjusted by changing the rotational speed; and 3) contact between the biological slime and the wastewater, the intensity of which can be varied by changing the rotation speed. [Ref.:25]

Use of closely spaced parallel discs achieves a high concentration of active biological surface area.

This high concentration of active organisms and the ability to achieve the required aeration rate by adjusting the rotation speed of the discs enables this process to give effective treatment to highly concentrated wastes. At loading of 5.4 kg of BOD/day /100 m² of surface area, 90% BOD removal is obtained in 2,000 ppm BOD dairy waste. Secondary treatment of domestic sewage is accomplished with a retention time of 1 hour or less and 90% BOD reduction is obtained at a loading of 2.45 kg BOD/day/100 m².

A buoyant plastic material is used for the discs and negligible head loss is encountered through the rotating biological contactor (RBC) itself, the power requirement for this process is very low. Its simplicity of construction and operation has demonstrated that minimal unskilled maintenance is all that is required for efficient operation. [Ref.:25]

The RBC process has gained wide acceptance in Europe. During a 10-year period, more than 400 Bio-Disc plants were constructed there ranging in size from 24,000 to 55,000 pe for the treatment of domestic and industrial wastes. This process is now being introduced commercially to the United States. [Ref.:25]

The RBC systems also became very popular in France, Germany, Austria, and Switzerland were of considerable appeal city, reliability, robustness and their low operation and maintenance costs. There are installation for 1-3houses,10-25pe (See Fig.1.3.2), for 25-70 pe (See Fig.1.3.1), for 70 pe and more (See Fig.1.3.3.) and big installation with 3.66m diameter RBC's at plant serving thousands people. (See Fig.1.3.9.)

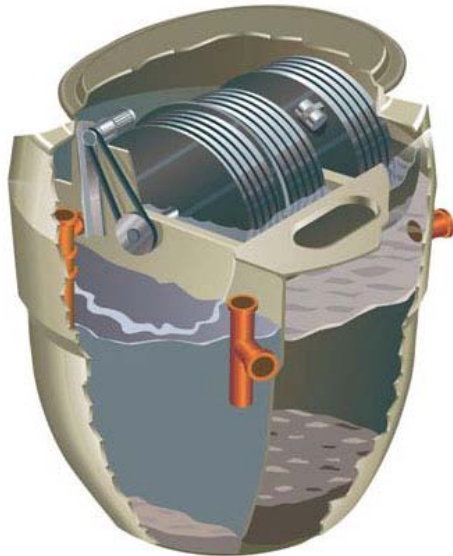


Fig.1.3.2. Biodisc system unit for 1-3 houses (From http://www.klargester.no/produkter_list-m-5276-s-10899-ss-5277.htm)

French company PMT that produces and installs wastewater treatment plants based upon on bio-discs technology reports that it has been observed after several years of operation, that design of the installed equipment did not have adequate mechanical reliability [Ref.:27]

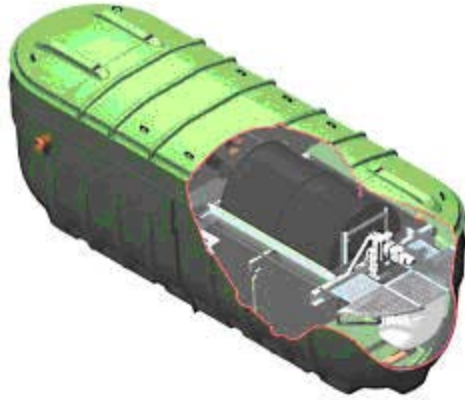


Fig. 1.3.3. RBC unit for 70pe and more (From http://www.klargester.no/produkter_list-m-5276-s-10899-ss-5341.htm)

1.3.2. Process description

Bio-disk system is a natural biological process for the treatment of wastewater based on the principle of rotating biological contactors (RBCs). This process has many inherent operation characteristics that make it ideally suited for the treatment of domestic wastewater. (BIODISK. Canada.[Ref.:9])

- Self regulating

The treatment process easily accommodates flow ranging from 0 till 100 percent of design. The biomass on the RBC media is directly proportional to the received organic mass. The process is self regulation without supervision. [Ref.:9]

The modular design allows today's needs and can be easily adjusted as required.

Principles of water purification by bio-discs system

Three stages

- Pre Treatment

-sedimentation, screening, sand and fat removal, storage and digestion of excess sludge and if needed a buffer tank.

- Biological Treatment

Bacteria develop naturally on the Biodisc rotating in the semi-cylindrical tanks, forming a biological "fur" or "seaweed". When bacteria are out of water, they saturate themselves with oxygen, and when they are immersed in the water, they absorb the dissolved pollution, which they "eat" (PMT GmbH.[Ref.:27])

While "fur" is out of water it doesn't kill the bacteria, it hibernates like "seaweeds" in low tide. When "tide" gets high – the seaweed comes to life back. (In "ActiFlo" suspended bio membrane reactor bacteria doesn't come to life so fast because biofilm layer on suspended biofilm carriers is much thinner, fragile and sensitive and doesn't have a sustainable anchorages).

- Secondary sedimentation

Separation the treated water from the biological “fur” which regularly peels off from the discs.[Ref.:27]

1.3.3. Kee NuDisc-R - The First ever advanced wastewater treatment plant with built-in Tertiary filter and UV disinfection system from Keeprocess.com

The RBC stage is divided into two specific zones, the first stage acting as anoxic reactor and the second as an aerobic reactor. The whole system including the primary sedimentation tank, the RBC and the final settlement tank, are housed in a single GPR tank and arranged in such way that flow attenuation becomes as integral part of every plant. (Kee Group.[Ref.:20])

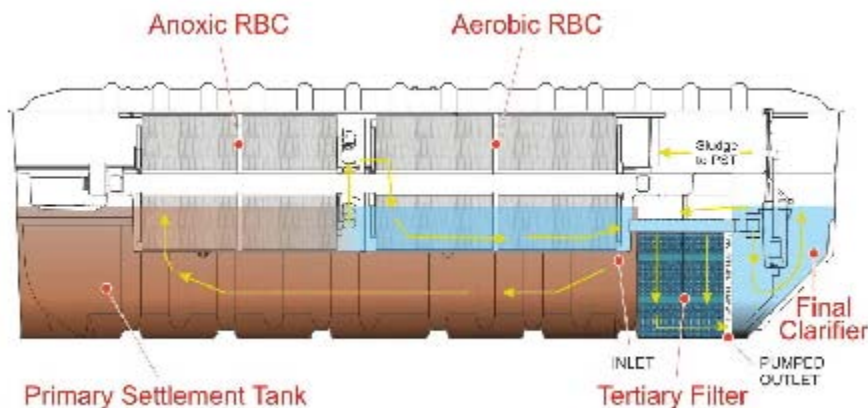


Fig.1.3.4. Cross section of KeeNuDisc. (From www.keeproceess.com). Kee NuDisc-R - The First ever advanced wastewater treatment plant with built-in Tertiary filter and UV disinfection system from Keeprocess.com.

- Stages
 - Primary settlement tank.
 - Anoxic zone (partial degradation and BOD and Denitrification)
 - Aerobic (BOD removal)
 - Coagulation and phosphorus removal
 - Tertiary filter treatment (includes media with extremely large surface area to volume ratio)
 - Effluent disinfection (packaged UV light) [Ref.:20]

RBC WWT technology from Klargester (Norway) is certified to new European Performance Standards. [Ref.19, 22, 26 and 29][Ref.: App. G, H.]

1.3.4. Advantages

2. Very simple system
3. Small foot-print allows for cost effective architectural design.
4. Totally enclosed system (there is no airborne bacteria or exposed wastewater) and can be hidden underground. (See Fig.1.3.5.)



Fig.1.3.5. Picture of covered RBC. Small WWT plant can be hidden underground. (From www.keeprocess.com)

5. Safe- no open ponds or exposed tanks. (See Fig.1.3.6.)



Fig. 1.3.6. Large closed RBC. (From www.keeprocess.com)

5. Blends easily with surrounding community (See Fig.1.3.7.)



Fig. 1.3.7. RBC housing solution. BK NuDisc installed at a Youth Hostel in Norway to treat wastewater to a high degree including nutrient removal. During winter this 150 pe plant treats wastewater from Caretaker's of 4 persons only, but in summer the population can increase to 150 persons and for a short period of 4 or 5 weeks the population peaks to about 200 persons. The plant is installed in a building due to the extreme cold weather in Norway. (From www.keeprocess.com)

6. Fast economic installation. The bio-discs are mounted in their tank in the factory and installation takes a few hours in place. [Ref.:27] Fabricated in lightweight, corrosion resistant and tough Glass fibre Reinforced polyester **GPR**. [Ref.:20,27]. Easily expandable with modular design. [Ref.:9,20,27]

8. Can handle and maintain performance during peak flow conditions. [Ref.:20] The key advantages of the bio-discs relate to the impregnated biomass, and a self-regulating "piston" type operation. In case of an under load, only the first few bio-discs are covered in fur, and when the load increases, the bacterial growth spreads progressively to the other bio-discs. [Ref.:9]. It can also take 50% overload (Adrian Suthurs.) [Ref.:33], it means that if 60% load discs will submerged in WW. (100% load – 40% discs submerged in wastewater, 50% overload – 50% of 40%= 60%).

Quality of sludge: the bacteria have a dense structure thus producing blocks with sediments rapidly [Ref.:27].

9. An address today's needs today and easily accommodate future design. There is no need immediately to build a plant for a projected 20 years life span. The design engineer can select a model that will meet the current needs plus small expansion. When the treatment works approach the design capabilities, a second module can be placed beside the first and so on. [Ref.:9]

10. Extremely low power demand: The BIODISK process requires at one half to one eighth of the power requirements of that of other of aeration equipment. The largest Bio-disk drive on the biggest BIODISK is less than 10 hp. The installed up required for start up only [Ref.:9].

11. Huge biomass inventory. The EBC is referred to as a fixed film system. The biomass is attached and cannot be washed out. Attached growth systems (fixed film) have up to 10 times more bug population than other forms of wastewater treatment. It is next to impossible to wash the biomass off the disks with a hydraulic surge. [Ref.:9]. The biomass is like seaweed that grows on the rocks on an ocean shoreline.

12. The wave action cannot wash off the seaweed and hydraulic surges cannot wash off the biomass. (Tom Smith. [Ref.:30]). The final clarifier is designed for a peak hydraulic load of three times its design capacity and it can be washed out. What is important about the final clarifier of an RBC is that the influent is approximately 40 mg/L BOD and SS. [Ref.:9]

13. Organic shock can be also being accommodated in the BIODISK. With the inventory of 5 to 10 times more biomass the assimilation capacity is proportionally bigger. The microbes are like foragers that accumulate organic material in the shell structure for later consumption. [Ref.:9].

14. The bio-discs system is a self-regulated process. The system doesn't require an operator to balance the system. -Long term sludge storage. [Ref.:9, 27]
15. Built-in multi stage process utilizing naturally occurring microbes.[Ref.:27]
16. Operation simplicity, low operator skill requirements... [Ref.: 27]
17. Operation is limited to preventative maintenance, checking signals and removal solids once or two times per year and random inspection of the functions. [Ref.:27]
18. Very low noise level even inside the BIODISK. The only sound is the gentle rotation of the disk in the water [Ref.:9].
19. High Resale value. Many steel tank systems can be move from location to location successfully. Construction camps are a good example of use and reuse of the BIODISK. Used systems are in demand [Ref.:9].
20. Life-cycle costs of a BIODISK facility apparently less than for comparable treatment processes. The lower power consumption is one of the biggest life cycle cost saving of the BIODISK. [Ref.:9]
21. That technology can be recommended for localities where is impossible to drain wastewater to a central wastewater treatment plant and where the treated water can be drained directly to a watercourse [Ref.:3].
22. Well proven technology since seventies in U SA, Canada, U K, F rance, G ermany, A ustria, Switzerland, N orway, a nd ve ry recommended f or regions i n t he A lps, a lpine area a nd s ki resorts. (Aquamedia.[Ref.:3])



Fig. 1.3.8. RBC Housing inside. BK NuDisc – Preikestolhytten, Norway. This plant serves a Youth Hostel and Restaurant with the load fluctuating considerably through the year. The effluent quality requirements are stringent; nutrient removal is required with total phosphorus to be reduced to less than 1ppm. The plant is housed in a high class building to provide easy access for maintenance in Arctic Scandinavian weather conditions. (<http://www.keeprocess.com/SL007-RBC.pdf>)

23. Bio-discs wastewater treatment plants can be also used for the treatment or final treatment of other biologically degradable wastewater [Ref.:3].
24. Aesthetic, sectional, hinged lightweight GRP cover giving complete access for easy and safety of maintenance, offering protection against weather and reducing fly and insect nuisance. [Ref.: 20] (See Fig. 1.3.6., 1.3.8.)
25. Over 30 years design life for structural components and 100,000 hour L10 design life for mechanical/electrical components. Lowest lifetime cost.[Ref.:20]

1.3.5. Disadvantages

-Plant dimension can be a limitation. In case projecting the plant capacity for 1500pe and more the and it necessary to build concrete tanks capital cost jump up tremendously

It is possible to build a big plant but in that case we will lose advantages such a closed and odour free system with small footprint and the installation price will be much bigger. (See Fig.1.3.9.)



Fig. 1.3.9. Large RBC installation. Multiple installation of 3.66 m diameter RBC's at a plant serving 50,000 people. (From www.keepprocess.com)

- According to BIODISKS, Canada [Ref.:9] the optimal temperature should be a round +10C and +13 C according to PMT GmbH ,France[Ref.:24]. In Hovden condition it can be some challenge to reach that temperature, especially in winter time when the peak load.

Commence: according to specialist from Klargester that specialized in installation Biodisc system in Norway and their expert Adrian Suthurs Biodisc being a relatively small system and closer connected to the source of the waste water. The efficiency will increase by a higher load together with warmer wastewater entering the system. At low load and low temperature there is no need for the fast digestion. [Ref.:33]. Klargester built WWT plant in Nylund Park in Bykle Commune for 70 pe and the plant performs good characteristic of treatment.

- Long time to grow the biomass.

Commence: (Once it starts it is easy to renew the population of “bugs” when shock loading comes and it takes days compare to weeks for conventional systems) [Ref.:9]. The start up period of a new plant can be considerably shortened by purchasing already grown biomass rotors (It is possible to buy used biodiscs as well as to sale in case reinstallation).[Ref.:9]

1.3.6. Applications:

Suitable for medium to large flows up to 400m³/day in factory built prefabricated equipment and much larger flows in in-situ site built structures.

- Isolated groups of houses
- Camp sites
- Housing estates
- Hotels, holiday's villages
- Mountain or winter sport resorts
- Restaurants
- Hospitals
- Certain food industry
- Suitable for medium to large flows up to 400m³/day in factory built prefabricated equipment and much larger flows in in-situ site built structures. [Ref.:9,20,21,27]

1.4.0. BIOBOOSTER GRUNDFOS TECHNOLOGY

BioBooster is a division of the well renowned Danish company Grundfos worldwide manufacturer pumping equipment.

Grundfos BioBooster is the world's most compact biological wastewater plant that offers the highest loading rates – where conventional technology take days Grundfos BioBooster treats the same wastewater volumes in hours.

That technology makes possible to deliver a complete, compact wastewater treatment plant in 20-foot containers instead of in large open tanks is the revolutionary PBR (Pressurized Biofilm Reactor) and MBR (Membrane Biological Reactor) reactors used for biological processes.

That technology is future-proof solution based on the fundamental principles of modularity. It consist pre-engineered components and each individual plant is customized and scaled with the necessary number of PBR and MBR to match exactly needs.

Design and implementation of a Grundfos BioBooster plant is down to around 4 months, contrary to up to several years for conventional wastewater treatment plants. Grundfos WWT plant is easily extended with more reactors in case future changes. The extra modules come in 20-foot containers and can be placed anywhere – even on the second floor of the factory building. (Grundfos BioBooster brochure.[Ref.:17])(See Fig.1.4.1. Fig.1.4.12.)



Fig.1.4.1. Innovative wastewater treatment plant – in containers. Possible layout.(From www.netgrundfoss.com)

It is not necessary to build a house to hide equipment unless it of esthetic reasons is necessary to conceal the plant. [Ref.:16]

1.4.1. The Pressurized Biofilm Reactor (PBR) from BioBooster Grundfos.

Consist of polyvinyl pipe with mounted multi rotating biodiscs. (See Fig.1.4.2)

Pressurized biological process

Biofilm controlled by rotating discs

Enclosed process reactor



Fig.1.4.2. BioBooster-PBR cross section.(From www.netgrundfos.com)

In regard to PBR it is well suited for pre-treatment where there is high organic matters (10.000 mg/l + COD to be removed)

PBR is used for reducing high levels of COD concentration. It performs a continuous aerobic removal process with pressurized oxygen rather than atmosphere air to increase oxygen concentration in the water – and thus the speed of the biological treatment. (Excellent solution for industrial W W Treatment) [Ref.:7,16]

PBR construction

Pressurized biological process, Biofilm controlled by rotating discs, enclosed process reactor (5.4 m long), modular system, rotating disc system, 2100 discs, 190 m² biofilm surface.(See.Fig.1.4.3.)

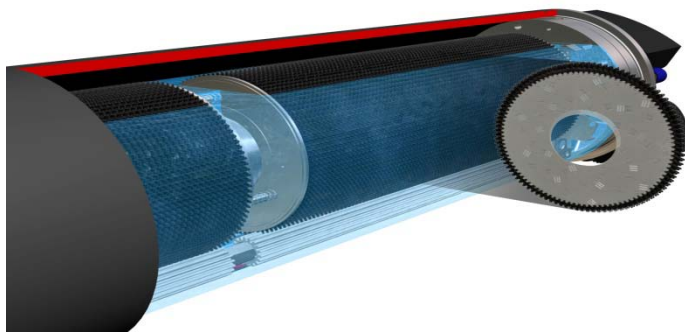


Fig.1.4.3. PBR construction, cross section. .(From www.netgrundfos.com)

Claimed benefits - Odour free system, flexibility of plant capacity, constant high biofilm activity, self-cleaning system – no CIP required (Ref.:7,16)

Optimized biofilm process



Fig.1.4.4. Plastic rasp disc.(From www.netgrundfos.com)

Two-layer rasing principle (See Fig.1.4.4.), uniform biofilm layer, oxygen access to all microorganisms. [Ref.:16]

Claimed benefit – Optimized biological process

Biofilm growth is controlled by a patented disc system which rasps off access biofilm by means of cyclonical rotating p patterns between two different-size discs. The innovative rasing principle of the rotating discs ensures a uni form biofilm layer and maximum oxygen access to a ll microorganisms. The result is optimum condition for the biological treatment process, and constant, high performance.

Optimized recirculation

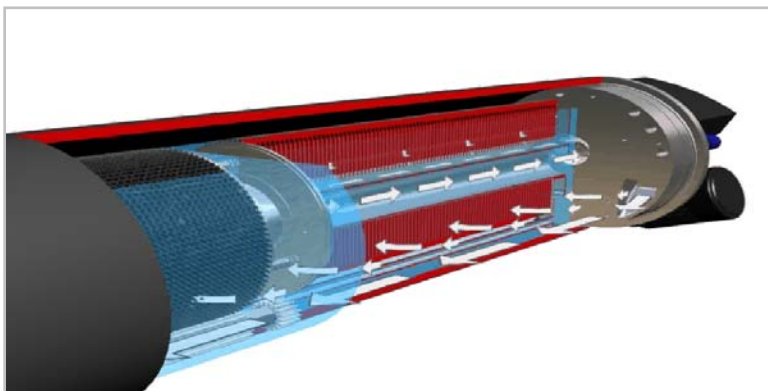


Fig.1.4.5. Exposed schematic of waste water circulation. .(From www.netgrundfos.com)

Flow of untreated aerated wastewater, biological treatment, return of treated wastewater. (See Fig.1.4.5.)

Claimed benefit – increased recirculation- increased treatment:

- Nitrate and Phosphor removing during the process.
- Water level changes with oxygen consumption (See Fig.1.4.6.) – Intelligent control.
- Oxygen consumption indicates contamination level.
- The ability to control and monitor system gives an intelligent solution.[Ref.:7,16]

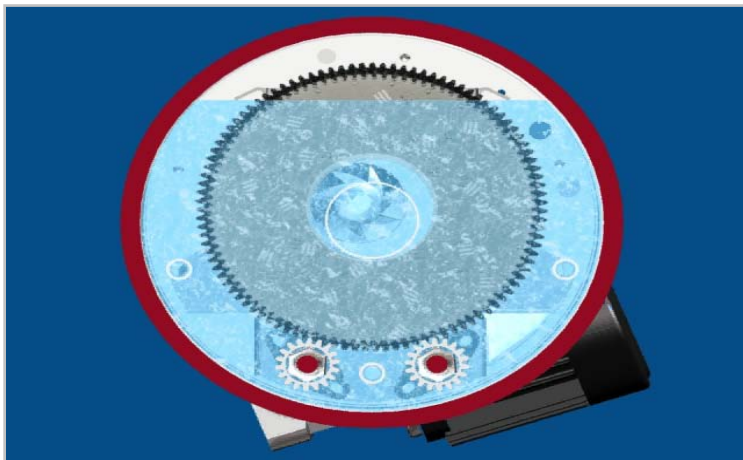


Fig.1.4.6. Oxygen/Air control changing unit. .(From www.netgrundfos.com)

Benefit – treatment on demand:

- Automated process [Ref.:7]

1.4.2. The Membrane Biological Reactor (MBR) from BioBooster Grundfos.

MBR is well suited for both COD removal (low amounts 2000 mg/l or less) and Nitrate\Phosphate removal and water reuse\ recipient level solution, perfect to municipal solution (PBR not relevant here) (Ref.:15)

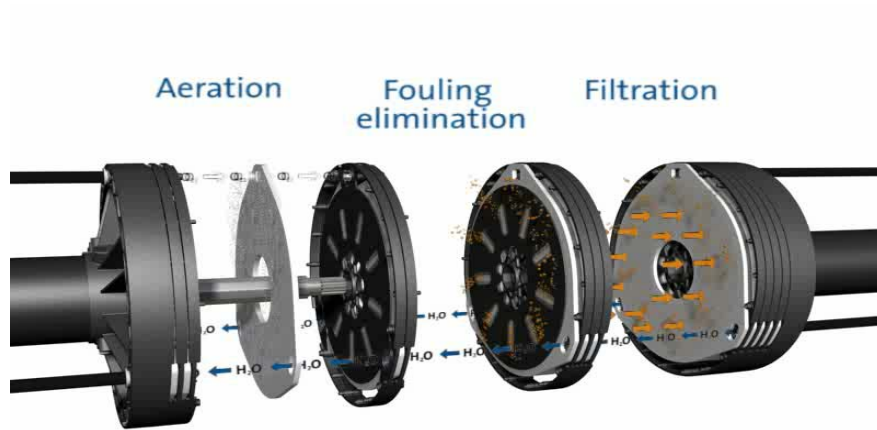


Fig.1.4.7. MBR Complete Cross section.(From www.netgrundfos.com)

The Grundfos BioBooster MBR combines biological treatment with UF filtration (ceramic UF membrane), resulting in stable, and high quality effluent and thus enables water reuse and direct discharge to receiving waters.

Rotating cross-flow impellers between the filtration and aeration membrane disc prevent fouling and make it possible to operate with a 4-5 times higher sludge concentration than in conventional MBR system. (See Fig.1.4.7)

Also, this ingenious construction with cross flow impellers ensures low kinematic viscosity in the reactor biomass, and ultimately low energy consumption and high flux. (Grundfos BioBooster.[Ref.:7,15])

Claimed benefit

- Low energy consumption
- No fouling

MBR operation

Up to 5 folds higher sludge concentration (MLSS up to 40 kg/m³ in operation)

Operation pressure up to 5 bar [Ref.:15]

Claimed benefit

- Compact design:
- High flux [Ref.:15]

MBR reactor configuration (See Fig.1.4.8)

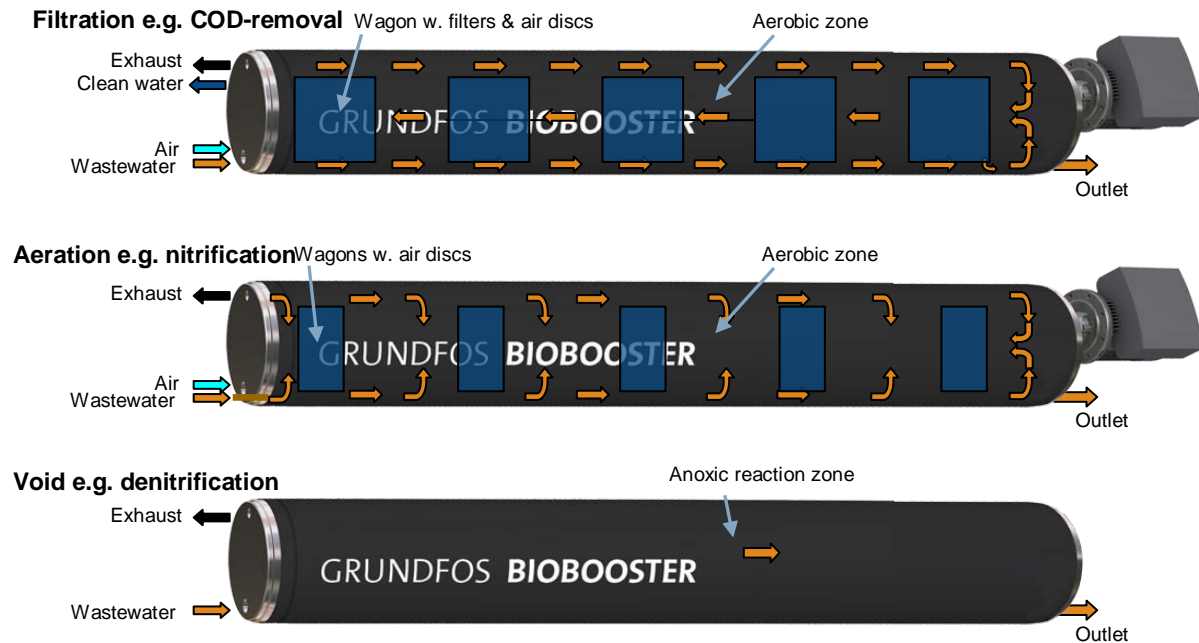


Fig.1.4. 8. MBR reactor configuration.(From www.netgrundfos.com)

1.4.3. Typical system setup.

Pre-treatment

In some applications screens are used to remove large particles, e.g. fruit meats, seeds, corns, stones, and other debris before it enters the balancing system.

Balancing system

Primary functions of the balancing system:

- Levels outflow variances that make it possible to run a constant flow through the treatment plant.
- Acid and caustic streams from CIP process are leveled out to minimize the need for dosing
- Peaks of organics are leveled out to create a uniform load on the treatment plant [Ref.:15]

If the wastewater has a high content of suspended solids:

In the pre-treatment process, (See Fig.1.4.9.) particulate matters, e.g. oils, fats, proteins, and other suspended solids, are removed from the wastewater using coagulants and polymers.

Belt filters are used for this step as standard. But DAF (dissolved air flotation) units can also be used if already present onsite.[Ref.:15]

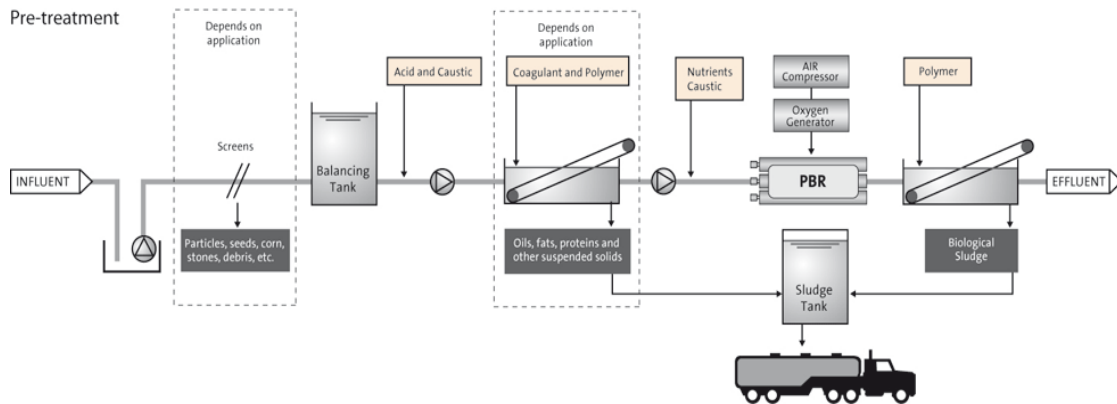


Fig.1.4.9. Pretreatment. Typical configuration layout. (From www.netgrundfos.com)

Full treatment

Beside of primary mechanical treatment, this involves also biological treatment and membrane filtering before discharge – thus enabling direct discharge to recipient.

The BioBooster system is built around the PBR and MBR reactor with built-in UF (ultrafiltration) membranes. (See Fig.1.4.10) This means that installation in larger steel or concrete process tank is avoided.

The system treats primarily COD, BOD, but also N and P can be removed. The quality of the treated water makes it suitable for water reuse.[Ref.:15]

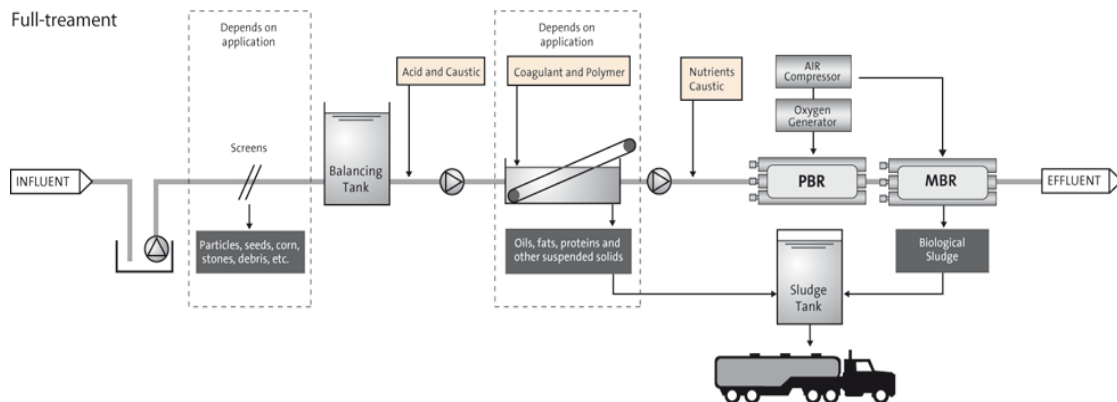


Fig.1.4.10. Full treatment. Typical system layout. (From www.netgrundfos.com)

1.4.4. Waste Water Treatment plant for Hovden.

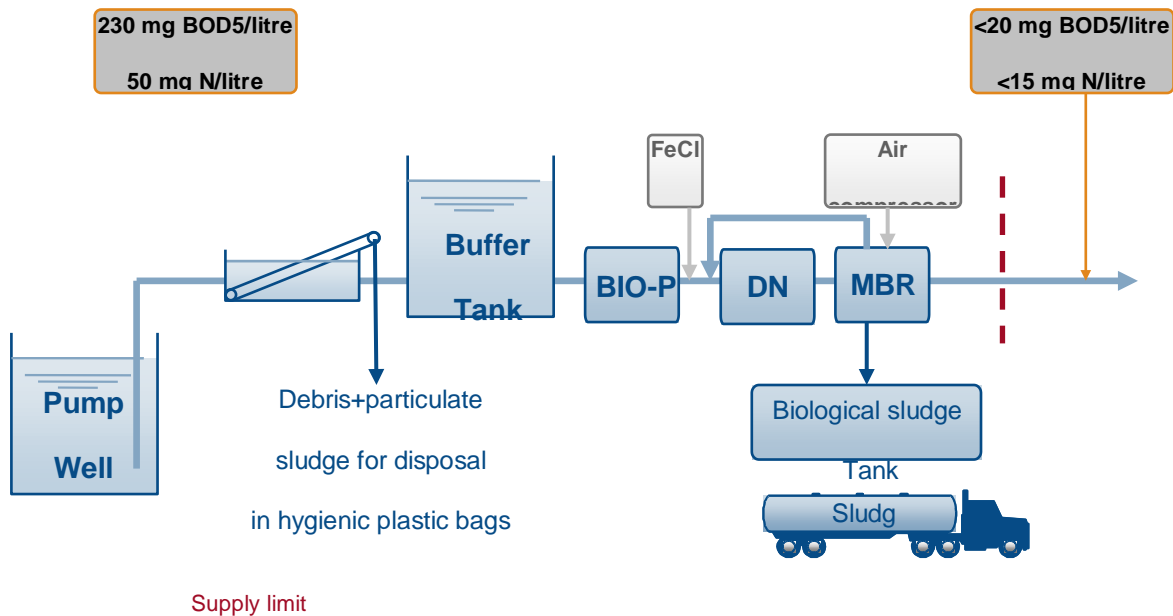


Fig. 1.4.11. Hovden suggested process layout.

As municipal WW doesn't cause heavy contamination, there is no need for using PBR and compressed pure oxygen, it is enough with MBR and pressurised atmosphere air to do proper treatment and meet all the requirements that makes the whole system much cheaper than for industrial WW treatment. (See Fig.1.4.11)

Note:

In case of relocation or resale, BioBooster can be easily transported to its new location on a truck with container capabilities.[Ref.:15,16]

Special calculation determines the type and the number of containers needed. The containers can be placed side by side or in two layers to minimize footprint demands. (See Fig.1.4.12.)

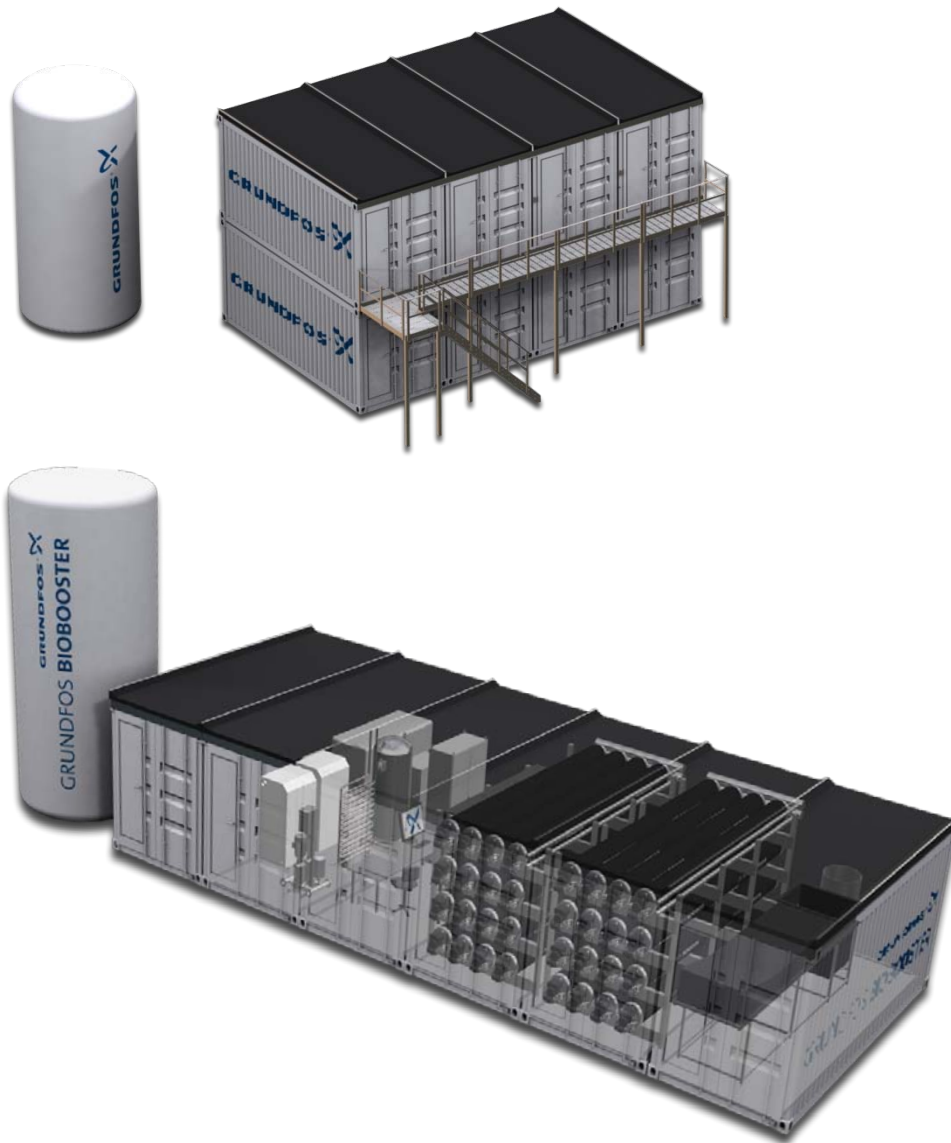


Fig.1.4. 12.Compact, Movable, Modular, Scalable & Industrialised solutions.(From www.netgrundfos.com)

Each container has a specific functionality depending on equipment located in, such as pretreatment, post treatment, biological treatment, storage of by- products, or pressurizing and oxygen generation. [Ref.:15](See Fig.1.4.12)

Every BioBooster solution accompanied by service agreement that includes everything from planned maintenance, repair, remote plant monitoring and plant operation, daily inspection, supply and recycling of by-products.[Ref.:15]

Post treatment:

During post treatment the biological sludge (from PBR) is separated from the clean water on a belt using polymers. On this belt is also possible to reduce content of phosphorus by using chemicals.

Sludge tank:

Sludge from pretreatment and post-treatment is stored in the sludge tank for removal

Odor emission:

Vents from bioreactor, the sludge tank, as well as all open areas inside the containers (e.g. belt filters) and run through activated carbon filter to eliminate any odor emission from the plant.[Ref.:15]

1.4.5. Comparison with other biological technology:

- Higher organic removal rate than any other biological processes
- Smaller footprint than any other biological technology
- MBR and especially PBR technology have much higher Ratio Process efficiency/Compactness in comparison with other conventional system.[Ref.:15] (See Fig.1.4.5.)

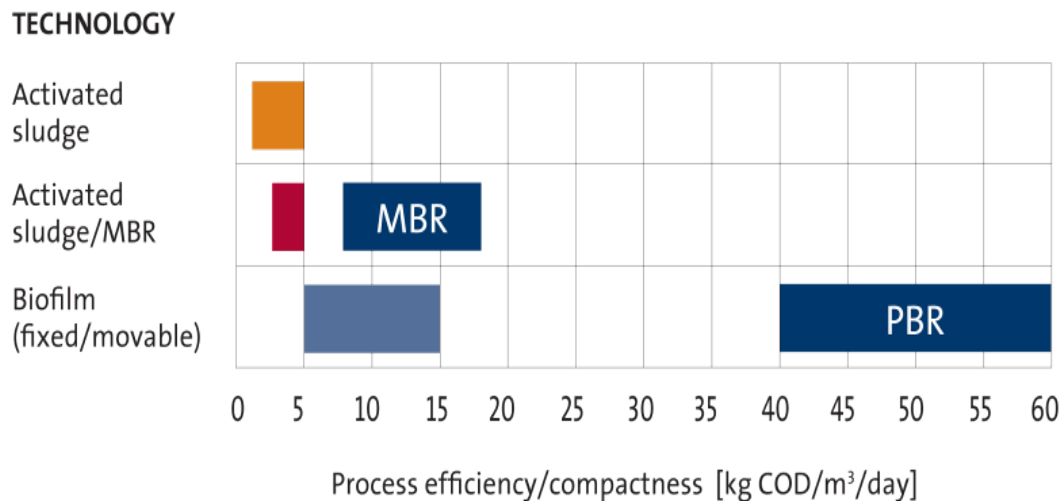


Fig.1.4.13. Comparison with other biological technology and performance characteristics. (From www.netgrundfos.com)

Comments:

The digestion time in the BioBooster is faster than that of a conventional system due to the:

The digestion is controllable by the speed of the hydraulic flow through the system, something that is difficult in a conventional system such as AnoxKaldnes/ActiFlo. The air injection is controllable to a higher degree and thereby increasing and decreasing the digestion; further to this the waste water level can be increased and decreased according to the load without affecting the bacterial growth within each single module from almost 0 till 100%.

Together with modular system it gives more flexibility to handle a variation in load.

The removal of the sludge is equivalent of the flow through the system. The fouling elimination disc is controlled by the rotation and varies according the load (See Fig.1.4.7.). The higher the load the faster is sludge removal.

Performance characteristics for PBR

Flow	< 2.5 m ³ /h/PBR
COD removal	19-26 kg COD / PBR / day
N removal	0.3 - 0.5 kg N / PBR / day
COD removal efficiency	60 - 90%
COD outlet	400 - 700 mg COD/liter
Application / Pre-treatment [Ref.:15]	

Performance characteristics for MBR

Flux (Operation rate)	140 liter/m ² /h
COD outlet	75 mg/liter
N removal	15 mg/liter
P removal	1,5 mg/liter
Turbidity (NTU)	<0,5
Silt Density Index (SDI)	<5
NH ₄ [Ref.:15]	<1 mg/liter

The generated effluent is ideal for further treatment with Reverse Osmosis (RO) if required for water reuse application [Ref.:15](See Fig. 1.4.14.)

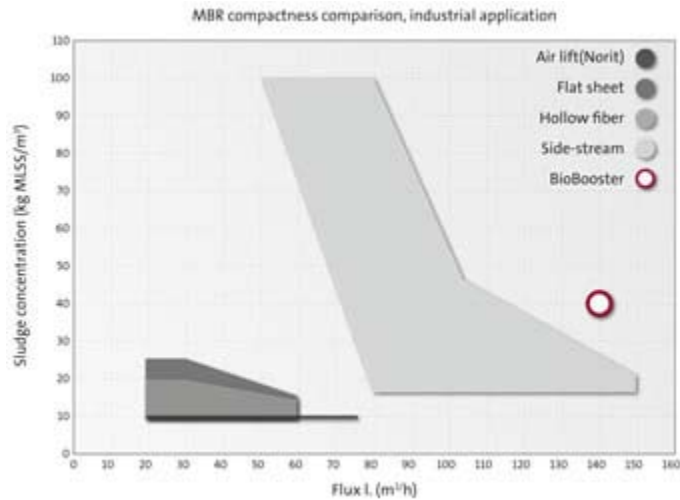


Fig. 1.4.14. MBR compactness comparison with other filtration technology ,industrial application (From www.netgrundfos.com)

1.4.6. Applications

- Industrial Waste Water Treatment
- Municipal Waste Water Treatment
- Reuse Water [Ref.:15]

More Differentiation on Waste Water handling

- Cleaning at the source or close to.
- Opportunity to reduce water consumption by Re-use of waste water at the source.
- Reduce massive investment in infrastructure.
- Flexibility for the industry to grow or move.
- Reduce cost for wastewater treatment.

Opportunity for the industries to focus on wastewater treatment at the source. [Ref.:15]

1.4.7. Awards:

- BioBooster wins Danish Product Award 2007 [Ref.:8]
- Special Commendation to BioBooster at the Environment and Energy Awards 2008. [Ref.:31]
- Grundfos BioBooster among the top 50 water companies. [Ref.:4]
- Grundfos BioBooster becomes an important part of Norwegian Pharmaceutical company Pronova Bophirima's new manufacturing plant in Kalunborg, Denmark. The plant will double the production capacity of the companies Omega-3.[Ref.:17]
- Grundfos BioBooster was awarded wastewater treatment contract in fierce competition with conventional wastewater technology providers – primarily due to its compact design, fast implementation, flexibility in capacity and attractive economics. [Ref.:8]

2.0. VERIFICATION AND COMPARING OF DIFFERENT AVAILABLE SYSTEMS.

2.1. Conventional technology with using AnoxKaldnes and ActiFlo® technologies.

Sweco® consulting AS

Advantages & Disadvantages of proposed Sewage Plant for Hovden – Bykle Commune

Disadvantages:

1. New regulation on the mend in Norway concerning WW Treatment and this technology cannot meet these requirements (open tanks, produced gas release). Workers health regulation (Arbeidstilsynet. Ref.:1, Lovdata. [Ref.24])
2. The largest disadvantage is that it cannot handle shock loading (in the case of Hovden, 30 folds and more).
3. In case of shock loading (load increased in 1-2 days) part of biomass can be washed away and it takes 4-8 weeks to recover the population and be back to running on full increased 30 times capacity.
4. In case shock loading system needs extra storage (extra foot print) that in Hovden case can be quite big (huge variation in load) and brings storage tanks in the pumping station (that supposed to store extra volume in high season with following processing in low season) to septic conditions (problem stored sewage and tank maintenance such as cleaning and outlet of foul odour).
5. Open tanks – impossible to avoid odour and produces gas release, open gate for bacteria and viruses will not be permissible when new regulations comes into force.
6. Concrete tanks – high construction cost.
7. Aeration – the highest operation cost, about 80%.
8. Using sand filter – increase operation and maintenance costs plus additional problem with cleaning of contaminated exaggerated sand.
9. The use of Sewage septic inhibitor to avoid sewage condition in pumping stations and storage tanks will add another uncertainty factor and initial high cost of injectors and service contractors and at the same time help slowing the process in the plant.
10. Long start up period between low and high season due to the lack of nutrition. If feeding or and building biomass by feeding it from the line 1, the whole system will suffer.
11. Stored sewage in pumping station that possibly has reached a septic condition will not help shorten the start up period.

The largest problem of the idea to centralize WWT plant is multiplication of all the here discussed problems it will decrease the plant's reliability and makes the whole project environmental unfriendly.

Seljord sewage plant:

Visiting Waste Water Treatment Plant in Seljord representing the sample of technology offered for Hovden the following of obvious problems has been noted:

1. Foul odour that could smelt at a distance from the plant.
2. Coloured effluent had a very high turbidity (looks dirty).
3. High foaming of treated water indicating high content of phosphorus in effluent.
4. Monitoring of questionable quality not in 100% working condition, not constantly monitoring the effluent for bacteria and quality.
5. Overflowing of the solid container did not improve the total picture of the plant.
6. For plant that is only 3 years old – too many failures.
7. There are no advantages constructing this outdated system for the proposed renewal of the existing sewage plant in Hovden.

2.2. Immobilized cell reactor

Claimed advantages:

1. Small footprint
2. Reduces BOF5 by 94%, COD by 90% and sulphide by 100%
3. Has odour completely removed?
4. Claim that can take a huge variation in loading.
5. Cost 59% less than existing conventional system
6. Requires 50% fewer maintenance staff. [Ref.:28]

Research and conclusions made based upon on book “Waste Water Treatment Plants using the latest Advanced Immobilized Cell Reactor Technology” by Richard J. Runion (Ref.:28) and personal consulting with author.

Discovered Disadvantages:

1. The process description doesn't mention anything about removing phosphorus, Assumable it does not.
2. The author cannot prove that the system can handle large variation in load. This is an unproven technology and the assumptions made based upon design features and information given by the designer. The referred specialist/ author have not replied concerning a track record of the technology.
3. The technology has also another limitation:
Permeability index is less than that sand filter (Richard J. Runion, 2005). [Ref.:28]
4. Maximum organic loading rate allowed is limited and no explanation for this is given in the descriptions of the process.
5. Performance is limited by the presence of suspended solids in wastewater if this is the case the plants dimensions has to be decreased dismissing the claim of low cost and small footprint.
6. Anaerobic reactor in Norwegian condition with low temperature has to be huge, and even if the “Advanced Immobilized Cell Reactor” is very efficient and compact, the anaerobic reactor will have the significantly higher cost.

7. Multiple modules are required to handle huge volumes instead of a single module. (Richard J. Runion, 2005.[Ref.: 28])

Commence: Actually the single module is not so simple and small, it meets the requirements for family houses but in commercial scale it has a tendency to be big, too complicated and expensive in service.

(It noticed that in US condition, where labour and products compared with Norway is inexpensive and accessible; this technology can be a good solution this is, however, contrary to Norway where labour cost and smaller population is the case.)

Further Comments to evident disadvantages:

The author cannot prove that the system is capable to handle large variation in load which is a crucial factor for Hovden, that factor alone is more than enough not considering this technology.

1. Sand filter – ok for small unit but in commercial usage – need a good aeration (increase operation cost) and service (maintenance) inspection, cleaning, replacing, need of replacement with transporting to required treatment facility (not cost effective and dumping prohibited). Visual inspection required and often and a laboratory analysis is required. Monitoring system needs to be installed (flow meter and timer) and periodically checked to ensure the right amount of effluent is being applied to the system. (D. M.Gustafson, J. L.Anderson, S.H.Christoferson, University of Minnesota. [Ref.:18]).

2. Activated carbon - in commercial use for wastewater treatment – very costly.

2.3. Rotating Biological Contactors (RBC)

Research and conclusion made based upon information from websites and personal consulting with following companies and their experts, such as:

www.BIODISK.ca (Canada) ,[Ref.:9]

www.klargester.no (Norway),[Ref.:10]

www.pmtwater.com (France),[Ref.:27]

www.keepprocess.com (UK),[Ref.:20]

www.aquamedia.at (Austria),[Ref.:3]

All these companies have decades of experience with the bio-disc technology installation in high altitude areas in cold climate with huge variation in load (tourists area, ski resorts, parks, schools, camping grounds).

Advantages:

1. Very simple system.
2. Ability to take huge variation of load – not only under load but also 50 % of overload (Suthurs Adrian.[Ref.:33])
3. Simple and economical operation – the bio- discs can no choked up, no need for regulation.
4. Small foot-print.
5. High reliability.
6. Safe- no open ponds or exposed tanks.
11. No negative environmental factors (noises, vibration, odour).
12. Simple, fast installation (disk mounted into their tank in the factory), no need for civil engineering [Ref.:27]
13. Modular system provides flexible, compact, adjustable design.
14. Treatment level – RBC Waste Water Treatment Technology from Klargestør (Norway) that operated in the country since 70ths is certified to the European Performance Standards.
15. Addresses today's needs today and easily accommodate future design . There is no need immediately to build a plant for a projected 20 years life span.
16. Low energy consumption.
17. Operation is limited to preventative maintenance, checking signals and removal solids once or two times per year and random inspection of the functions. [Ref.:3, 27].
18. Life-cycle costs of a BIODISK facility apparently less than for comparable treatment processes. The lower power consumption is one of the biggest life cycle cost saving of the BIODISK [Ref.:9].
19. That technology can be recommended for localities where is impossible to drain wastewater to a central wastewater treatment plant and where the treated water can be drained directly to a watercourse (aqua-media) suitable for Ørnefjell and Hoslemo.
20. The quality of RBC WWT plants has been proven in Austria, Germany, Switzerland, France, UK, Canada, Norway in high mountains areas with cold climate since 70ths where RBC WWT plant were recommended for Alps, alpine areas and for tourist's and ski resorts.

Note: The only one existing wastewater treatment system that can take 50% overload easily. (Example – RBC WWT plant in Preikestollen for 150 pe, 4 pe caretakers in low season and 200 pe in high season) [Ref.:20]

Disadvantages Rotating Biological Contactors (RBC):

Plant dimension can be a limitation. In the case of projecting the plant capacity for 1500pe and more, than making it necessary to build concrete tanks, the capital cost will increase unnecessary. According to BIODISKS.com (Canada)[Ref.:9] the optimal temperature should be around +10 °C and +13°C according to PMT GmbH (France)[Ref.:27]. In Hovden condition it can be a challenge to reach that temperature, especially in winter time when accepting the peak load.

Comments:

According to specialist from “Klargester” that specialized in installation bio-disk system in Norway and their expert Adrian Suthurs [Ref.:33] Biodisc being a relatively small system and closer connected to the source of the waste water. The efficiency will increase by a higher load together with warmer wastewater entering the system. At low load and low temperature there is no need for the fast digestion. Klargester built WWT plant in Nylund Park in Bykle Commune for 70 pe and the plant performs good characteristic of treatment. The plant has a built in electronic monitor sending SMS message if the system halts or disk stop rotating.

2.4. BioBooster[®] from Grundfos[©]

Advantages

1. Can take variation in load.
2. Small footprint.
3. Create the opportunities to reduce the water consumption by Re-use of waste water at the source.
4. Reduced investment in infrastructure and flexibility for the industry to grow or move (No needs to make a plant for 20 years perspective, easy to make a adjustment according to increasing growth, easy to move equipment and use it in another place)
5. Reduced cost for wastewater treatment (**BioBooster[®]** WWT Plants cost circa 50 % less than conventional plant).
6. Compact and mobile construction gives an opportunity for cleaning at the source or close to (minimum expenses for piping, digging ditches).
7. Odour free system (smell present inside container with open process only, such as pre-treatment).
8. Self cleaning system – no CIP required.
9. Increased treatment.
10. Intelligent control (oxygen consumption indicates contamination level and online control, no needs to for civil engineering).
11. Low energy consumption.
12. No problem with fouling (ceramic UF membrane with back flushing).
13. High quality effluent.
14. Documented excellent performance in treating industrial wastewater. Industrial wastewater treatment incorporates other challenging issues than that of domestic wastewater treatment. [Ref.:4,8,17]
 - See appendix under varies technology.

Disadvantages

- Does not have a long track record for Domestic Waste Water treatment.

3.0 SUGGESTED SCENARIOS.

3.1. Scenario #1. Common Plant.

Common plant

Dimension		
Houses		160
Reserve	40	600 pe
Cabins		13120pe
Hotel	150rooms	450pe
Reserve		240pe

		14400pe
Hydraulic capacity		118m ³ /h

**Figures are supplied by Bykle Commune and Sweco*

Variation in load is 30 folds. The minimum load I consider the number of permanent residents in present time 480 pe.

The system proposed by SWECO cannot solve the problem unless the plant should be constructed for the maximum capacity and using sequential batch reactors. In that case we get such problem like:

- Huge size of plant is idling most of the time and equipment that idling still has a tendency to disintegrate.
- High maintenance cost of cleaning idling tanks in low season.
- Concrete tanks High cost of.
- High operation cost (circa 80% - aeration)
- High cost of piping line to centralize quite big area in mountains condition with huge number of cabins (2 030 000 Kr doesn't look real for that kind of work)
- High cost of scientifically amount of pumping station (There is 18 km distance from Hoslemo to Industrial area with approximate elevation of 150m. The area from Hoslemo to Ørnfjellmoen and from Ørnfjellmoen to Hovden Industrial area is mostly solid rock. The stretching pipeline requires extremely expensive excavation due to topography including mostly solid rock.
- The fitting of the pipeline in the excavating ditch requires excessive quantities of sand and crashed gravel to support and secure the sewage line. Frost-free installation of the pipeline requires the depth of approximately 2 metres.
- Stretching pipeline across the Hartevann Lake will lead to uncontrolled leakages that make all the efforts to meet the regulation for effluent just a formality. (Lately, April 2009, example with accidental release of roar sewage into Mjøsa Lake, and an earlier warning in 1949 about expecting accident.)

In case building storage tanks for Ørnefjell area to store the waste water during high season and process in low season as it was suggested by Commune technical department, we get other problems in addition like:

- Septic condition in the storage tanks that we really don't want to avoid that we need constant aeration (that doesn't make the whole process cheaper)

BIODISK system doesn't fit to that dimension of the plant. Consulting with Canadian BIODISK [Ref.9] and British KeeProcess [Ref.:19] companies that install that system gives me that the optimal capacity is about 1500pe. Non of that company making plant for that size like 14 400 pe. It is possible to build the RBC WWT plant for Hovden capacity but in that case advantages, such as small footprint, closed structure, odour free and low price of installation will be lost.

Grundfoss claimed that they can manage that size of plant but in their case it is not necessary to build the plant with such a reserve. You can build the plant for the present capacity – plus little extension (it is not easy predict the growth of the tourists place and any equipment while standing have a tendency to disintegrate) and later to add new modules as necessary. [Ref.:7] That brings the cost down.

Common Plant from BioBooster Grundfos – basis for design

Average daily flow :	3260m ³ /day		
Max daily flow:	3988m ³ /day		
Annual flow:	1190038m ³ /year		
Load (moderate concentrated wastewater based on BOD5)			
Max COD total load :	1728kg/day	Avr. COD total	530mg/l
Max COD soluble load:	750kg/day	Avr. COD soluble	230 mg/l
Max N/total load:	163 kg/day	Avr.N-total	50mg/l
Max P-total load:	20 kg/day	Avr. P/total	6 mg/l
Wastewater temperature:	Min 10 ⁰ C*		

Figures are supplied by Bykle Commune and Sweco.

*this is suggested minimum temperature for rough calculation. Calculation for lower temperature won't affect much size and installation price.

Common plant from BioBooster Grundfos- process flow diagram

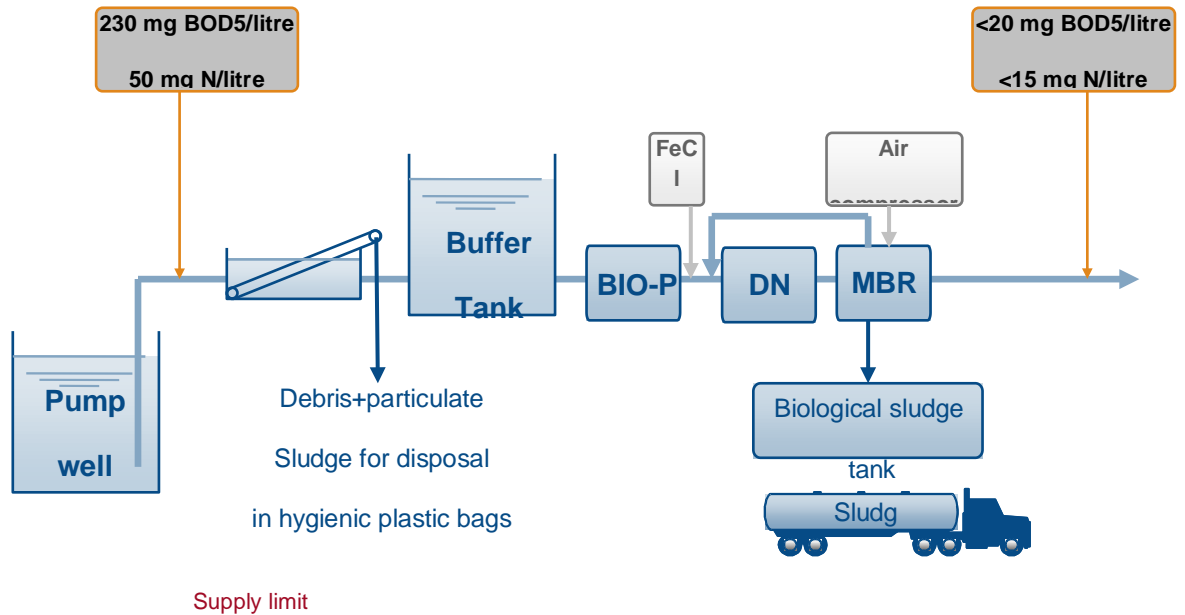


Fig.3.1. Process flow diagram.(From Grundfos presentation)

Common plant – Plant size

• Plant includes : 33 Containers (20 foot standard size) – 3 line system		
• 1 Sludge dewatering tank + 2000m balancing tank		
• 15m3 chemical holding tank (Feel)		
• Operation cost (without service agreement)	1,400 000	DKK/year
• Operation costs (with service agreement)	2,800.000	DKK/year
• Common Plant – Investment budget		
• GBB Plant (33 containers)	24.887.000	DKK
• Including		
• Other equipment	3.960.000	DKK
• 2000M3 balancing tank		
• 1 Sludge Dewatering Container		
• 15m3 Chemical holding tank		
• Site works (Civil, pipe, electrical)	1.589.000	DKK
• Commissioning, design and Project Management	410.000	DKK
Total turnkey price	24.887.000	DKK

**Figures are supplied by Grundfoss Biobooster*

As we can see even using compact and modern technology assumed common plant became a very big structure and quite expensive.

Comments:

The WWT plant for Hovden and Hoslemo is not recommended centralized in one WWT. According the reports from Communities around Norway it doesn't give any benefit but quite opposite!

Consulting with expert from BIODISK (Canada) Tom G. Smith [Ref.:30], Klargestør (Norway) Adrian Suthers [Ref.:33], Kee Group [Ref.:20] and meeting group of experts from Grundfoss (Denmark) in Bjerringbro gives a picture of potential risks.

The result of centralizing using a conventional plant:

- 1) It creates a problem with variation in load in huge scale, a huge reservoir has to be built to hold the maximum load and most of the time at least 70 % of volume will be empty creating a maintenance problem completely unnecessary by selecting a system that can handle the load variations.
- 2) Increased risk of failure.
- 3) High maintenance and operation costs (need civil engineering).
- 4) Extremely high cost of all the pumping station plus piping line with all the ditching work.
- 5) Environmental damage will be significant (excavation, dynamiting, stretching pipelines and as a result uncontrolled leakage, 10% is already in the plan)

Concluding Recommendations:

- WWT plant for Hovden and close area and 1-3 small plants for Hoslemo and Ørnfjellmoen areas.
- There is no sense to use the technology that doesn't fit the purpose – cannot manage high variation in load, like conventional system offered by SWECO. In 1-2 years when plan suppose to be build it won't be able to meet the new regulation. One should look forward and decide upon a flexible system for the future.

3.2. Scenario # 2. Wastewater Treatment Plant for Hovden

- One plant for Hovden and 1-3 small plants for Hosleemo area

There is couple version for installation for Hovden

Dimension

Local resident's	150 houses		
Reserve	30	540pe	
Cabins	1 780		7 520pe
Hotel	150 rooms		450 pe

Total		avr	8 500 pe
Hydraulic capacity			Qdim = 75m ³ /h

Variation in Load 15-16 times.

a) BIODISK technology plant for Hovden

According to experts from British company that represent BIODISK system Kee Group - 8,500 pe for BIODISK WWT plant is too big but possible. But in that case advantages such as closed structure, free odour system small footprint and low investment cost will be lost.

The optimal size is around 1500 pe. The plant for Hovden for that dimension will be big and concrete tanks are necessary. It is possible to reduce planned reserve and make it little bit smaller and leave the place prepared for expansion if needs.

That plan has to be located in the industrial area, because of size. We still get the problem with stretching pipeline across the lake. In case of leakage it is not much to do about. But it is very well proven technology since 70th around the world and in cold area (Ski centres in Canada, UK and Norway), can take huge variation in load, and can also take overload 50 % (Biodisc suppose to be submerged 40% in the "soup" in projected max load +20% of those 40%, total 60%) (See Fig. 1.3.7 and comments from www.keeprocess.com)

Effluent flow meets all the Norwegian requirements [Ref.:19, 22, 26, and 29]

That scenario is possible but not desirable.

b) Grundfoss technology plant for Hovden.

The BioBooster is a membrane Bioreactor (MBR), very compact and efficient. It is probably one of the most compact solutions. Modular structure gives flexibility for load variation and design. It shown good performance in Industrial Waste Water Treatment and also been tested in Domestic WWT, so it should work well for WWT in Hovden (there is no industrial WW, quite low phosphor content and removing Nitrates doesn't take into consideration because of small size of plant). The membranes used for sludge separation allow for large variation in sludge concentration and thus capacity to handle load

variation. In addition membrane will remove all SS in the effluent. For Industrial WWT uses pressurised oxygen rather atmosphere air to increase oxygen concentration in the water which gives high treatment capacity but increase cost that should be taken into consideration. For Domestic WWT pure oxygen is not required, pressurised atmosphere air is enough for treatment that makes process much cheaper.

Furthermore, the disc system functions as a self cleaning mechanism, which means that CIP is not required. Grundfos BioBooster requires a minimum of manual supervision, because the intelligent control system regulates treatment capacity and volumes according to current demands. That plant can be provided with a complete service and maintenance agreement (usually 4% of installation) online remote monitoring of plant operation from Grundfos Bio booster's headquarters in Bjerringbro, Denmark – together with locally placed service personnel avoids employing wastewater treatment experts.

Grundfos BioBooster meets the stringent requirements to space and odour emission, which is especially production units located in urban areas experience, Due to the modular construction, the plant can easily and rapidly be adjusted to the changing production demands with respect to size and composition – as opposed to conventional wastewater treatment solution in concrete tanks. So, you don't have to build plant for the next 20 years, just for now + little expansion and adjust modules according requirements' growth.

Hovden WWT Plant – basis for design:

- Average daily flow: 1925 m³/day
- Max daily flow 2354 m³/day
- Annual flow 702453m³/day

Load (moderate concentrated wastewater based on BOD5)

- | | | | |
|------------------------|------------|-----------------|---------|
| • Max COD total load | 1020kg/day | Avr.COD total | 530mg/l |
| • Max COD soluble load | 440 kg/day | Avr.COD soluble | 230mg/l |
| • Max N-total load | 96 kg/day | Avr.N-total | 50mg/l |
| • Max P-total load | 12kg/day | Avr. P-total | 6 mg/l |

- Wastewater temperature Min 10⁰C
- Hovden – Process flow diagram (see Fig.3.1.)

Hovden – WWT Plant size:

Plant includes:

• 23 containers (20 foot standard size) –	2 line system	
• 1 Sludge dewatering tank + 200m3 balancing tank		
• 15m3 chemical holding tank (Feel)		
• Operation cost (without service agreement) =	850.000	DKK/year
• Operation cost (with service agreement) =	1.900.000	DKK/ year
• Hovden- Investment budget GBB Plant (23 containers) (Including delivery and erection on site	18.718.000	DKK
Including:		
• Other equipment	3.960.000	DKK
• 2000 m3 Balancing tank		
• 1 Sludge Dewatering container		
• 15 m3 Chemical holding tank		
• Site works (civil, pipe, electrical)	1.580.000	DKK
• Commissioning, design and Project management	410.000	DKK
<hr/> Total turnkey price	<hr/> 18.718.000	<hr/> DKK

**Figures are supplied by Grundfos BioBooster*

Calculation is rough and price is a subject for discussion.

It seems like the most reasonable one. Everything goes into container and it is not necessary to build the house in industrial area, so you can forget that expenses that cost millions NOK!

That plant actually can be build into the old WWT Plant building. The installation should be done in low season, just after Easter (it is at least a couple months completely dead season with minimum load). This way we can deduct coast of pipeline across the lake and uncontrolled leakage.

3.3 Scenario#3. Wastewater Treatment plant for “Midregion”

Ørnfjellmoen and Hoslemo areas:

The best way is to solve the problem for that area separately. I see no reason to pump all collected waste water from that area (18 km distance on the main way and 150m elevation) to treat on Common Plant. With respect to complicated topography (solid rock), distant located cabins and presence of few houses (apr.20-30 pe):

The best solution for that area is to make 2-3 small BIODISC plants close to settlements of houses + surrounded area with agglomerated of cabins. Houses will provide plant with minimum wastewater flow to keep Biofilm alive and system running. In high season the plant will successfully take care about shock loading from the wastewater from the cabins.

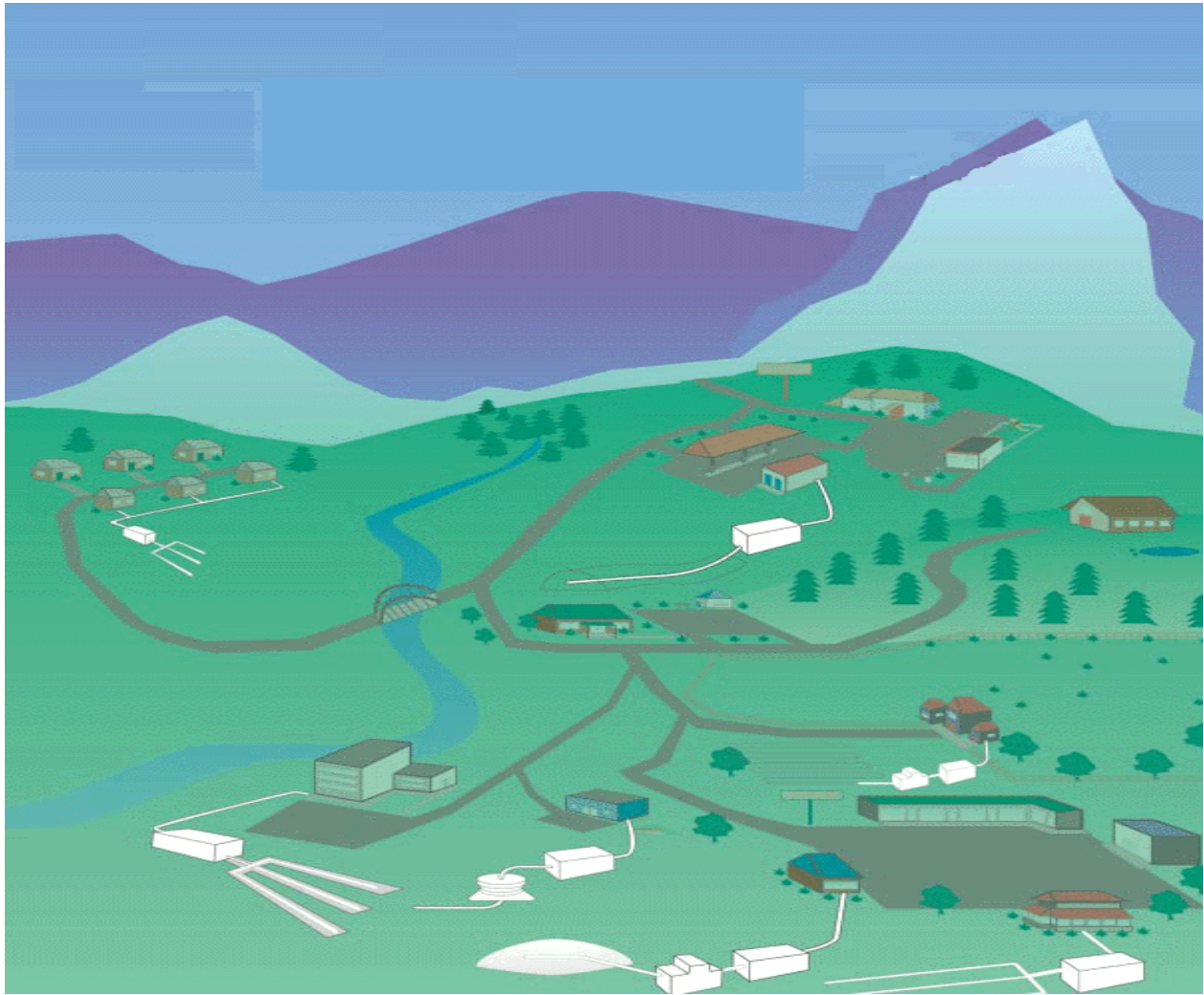


Fig. 3.2 From EPA manual Sewage System layout using Biodisk with land filtration and digestion of rest effluent from plant. [Ref.:13]

The possibility of using land filtration (See Fig. 3.2) of effluent from Biodisk and its impact on the Biotope, river and wetland for the “Midregion” has not been investigated by NIVA or Bykle commune. The system is an excellent alternative providing the construction is implemented with supervision and in accordance with constructional guidelines.

There is no record of influx of total amount of potable water from houses and cabins are recorded by Community. Consequently this unknown amount cannot be used for projecting of sewage production. There is an existing BIODISK plant in Nylund Park in the same area for 70 people that works fine and shows good performance of treated waste water.

Biodisc technology plant are well known in Switzerland, France Germany, UK, Norway and Canada where they highly recommended to use in alpine area for tourists and ski resorts hat technology is certified to the European Performance Standards and a best solution for Ørnfjellmoen and Hoslemo area.

Klargester (Norway) installed more than 2500 wastewater treatment plants in Norway. A large number are for municipal use. [Ref.:10]

4.0. POTENCIAL RISK OF CENTRALISATION.

Couple years ago Norwegian government gave a recommendations to Communes to centralise WW Treatment plants as much as possible .But after a while a lot of Communes reported that centralisation doesn't give any benefit. Everything is absolutely opposite.

The main point to centralise municipal and industrial WWT – to make industry pay for municipal WW treatment and reduce cost for ordinary people.

Potential risk of centralisation -A Case story:

Fredericia – a municipality in Denmark

- 50,000 inhabitants
- 420,000 pe treatment capacity at Municipal, WWTP

Second Largest WWTP in Denmark

A Few big industrial discharges (Chemical and Dairy)
In DK, industry load is 48% on MWWTP in average

After Chemical industry has been moved (relocated) to another country, one of the big industrial dischargers closes operation in 2004, and as a result:

Leaves municipality with a huge unpaid debt and no income. (The information given by BioBooster's research team)

Private Citizens have to pay an increased discharges tariff to cover debt. (See Tab.2)

Year	2004	2005	2006	2007	2008
EUR/m ³	1.88	2.52	2.94	4.7	4.7

Tab.2. Tariff/year for WWT Plant in Fredericia from 2004 till 2008. (Given by Bio Booster's research team)

Centralisation

Centralised wastewater management systems

- Reduce wastewater reuse opportunities and increase the risk to humans and the environment in the event of system failures. (DEWAT, [Ref.:12])
- Increase capital, operation and maintenance costs.
- Requires higher educated personal such as civil engineering
- Environmental unfriendly (digging ditches, stretching pipeline destroys environment + uncontrolled leakage (10% are usually set in planning).
- If something goes wrong everything really go wrong.
- Large space requirement.
- Impossible to avoid open tanks without high investments costs.
- Very difficult to avoid odour emission with respect to big size and open structure.

Decentralised Wastewater Treatment.

The conventional wastewater management concept, consisting of a water/warm wastewater collection system leading to a central treatment plant, has been successfully applied over many decades in densely populated areas of industrialised countries and contributed to a great extent to the improvement of hygienic conditions in these areas.

During the last decade various researchers and institutions, including World Bank, have started to consider the decentralised wastewater management approach as an alternative to conventional centralised system, but these approaches have struggled to gain acceptance. The main arguments against decentralisation of wastewater management are based on financial concerns and issues of treatment efficiency. This might be partly true, but it cannot be denied that decentralised approach has great potential and could serve to complement existing centralised systems. (DWAT. [Ref.:12])

In Council Directive of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment (91/271/EEC) says: "Where the establishment of collecting system is not justified either because it would produce no environment benefit or because it would involve excessive cost, individual systems or other appropriate systems which achieve the same level of environment protection shall be used." (Council Directive of 21 May 1991. [Ref.:6])

Consequences for society thinking decentralised:

- Broadens the technology options and permits tailoring the solutions to the prevailing conditions. (DWAT.[Ref.:12])
- Minimises the freshwater requirements for waste transportation [Ref.:12]
- Reduces the risk associated with system failure [Ref.:12]
- Less demand for building smaller WWT plant. (Grundfos.[Ref.:7])
- Less capacity dependence from industry (50 % of usage in WW) [Ref.:7]
- Less operation and maintenance cost in infrastructure (piping, damage, service, high educated personal)
- Lower investment in infrastructure. [Ref.:7,15]
- Increases Opportunity to re/use of wastewater in local area.[Ref.:7,15]
- Scalable solution to meet future demands.[Ref.7]
- Operation can be outsourced.
- More environmentally friendly.
- More esthetical (can be nicely camouflaged and build into environment).
- Odour emission can be controlled and completely avoided.

I have to notice – there are no requirements to centralise WWT .Commune supposes to make a decision that could be the best in their case.

An optimized system can be planned for any community, taking into account local conditions, the climate, the agricultural and environmental situation, technical requirements and available financial resources.

The modular components can be selected and combined from a wide range of solutions ranging from high/tech solutions to low-tech-low-cost solutions. (Sustainable Sanitation System. [Ref.:32])

B.CONCLUSIONS:

1. Decentralizing of WWT for Hovden and Ørnfjellmoen region
2. There are only 2 existing and proved technology that can take big variation in load.
 - a) Biodisk technology is only one that can take easily 50% of overload that is so important in tourist centres and has been used successfully since 70's in ski resorts and tourists centres in Canada, France, Germany, Austria, Switzerland, UK, and last 30 years in Norway. RBC technology is certified in EU, Norway, Canada, and UK, don't need operator, requires extremely small energy consumption, operation and maintenance, low noise, odour free and environmentally friendly.
 - b) BioBooster Grundfos also can take from 0 up to 100% in relatively short period, showed excellent performance in treating very contaminated industrial wastewater (dairy wastewater, pharmaceutical wastewater) that is uncooperatively more difficult to treat than domestic wastewater treatment. It is compact, very efficient, easy adjustable.

Those 2 systems is the best solution for Ski resort like Hovden and cabins area. Conventional system not able to hold existing variation in load and cannot meet any requirement and regulations.

REFERENCES:

- (1) Arbeidstilsynet. Arbeid ved avløpsanlegg. Available from: <http://www.arbeidstilsynet.no/c26981/forskrift/vis.html?tid=28000>>
- (2) ActiFlo. The ultimate clarifier. Veolia water. Solution & Technology. Available from: <http://www.veoliawaterst.com/actiflo/en/?org=vws.en>
<<http://www.veoliawaterst.com/processes/lib//pdfs/productbrochures/EA8B54VXw77k6B0CD1fv4od1.pdf>>
- (3) Aquamedia. Biodisc Wastewater Treatment Plants. Available from: <www.aquamedia.at>
- (4) Announcing The Artemis Project Top 50 Water Companies. The Artemis Project. Available from: <<http://www.theartemisproject.com/competitionpage.html>>
- (5) Anox Kaldnes, Advanced Wastewater Treatment, brochure. Available from: <http://www.anoxkaldnes.com/>>
- (6) Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (91/271/EEC) (OJL 135, 30/05.1991, p.40)
1991L0271- EN- 27.03.1998 – 001.001-1. Available from
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/consleg/1991/L/01991L0271-19980327-en.pdf>>
- (7) BioBooster Grundfos. Available from: <http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/home.html>>
- (8) BioBooster wins Danish Product Awards 2007 (category Energy and Environment) Available from: <<http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/pages/vertical/news/dpa.html>>
- (9) BioDisk Corporation, Toronto, Ontario, Canada. Available from: <<http://www.biodisk.ca/>>
- (10) Biodisc. Klargester. Available from: <<http://www.klargester.no/>>
<<http://www.kingspanenv.com/pollutiongb/>>
- (11) Biodisc. Sanitary Water Treatment Systems. WEE. Available from: <<http://www.wee-engineer.com/biodisc.htm>>
- (12) Decentralized Waste Water Treatment (DEWAT). Department Water and Sanitation in Developing Countries. Available from: <<http://www.otterwasser.de>>
- (13) EPA . Onsite Wastewater Treatment Manual. 625/R-00/008 . Available from: <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r00008/html/html/625R00008.htm>>
- (14) Glossary of terms related to Urban Waste Water. Available from: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/glossary>>
- (15) Grundfos BioBooster. Available from: <http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/?gclid=CK-4n4Hs6ZkCFYFA3god8G5-RQ>>
- (16) Grundfos BioBooster .Brochure. Available from: <http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/downloads/Biobooster_brochure.pdf>
- (17) Grundfos BioBoostes part of Pronova BioPharma's new billion DKK manufacturing plant. BioBooster news. Available from: <<http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/pages/vertical/news/pronova.html>>
- (18) Gustafson David M ., Extension Educator, Department of Biosystems and agricultural Engineering, Anderson James L., Professor, Department of Soil, Water and Climate, Christopherson Sara Heger, Extension Educator, Department of Biosystems and Agricultural Engineering. Single Pass Sand Filters. 2002. University of Minnesota. Available from:

- <<http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7672.html>>
- (19) Internationale godkjenninger for Biodisc tecknology. Klargester. Available from:<<http://www.klargester.no/default-m-5221-s-10904-ss-5392.htm>>
- (20) Kee Group.< http://www.keeprocess.com/html/wastewater_treatment_specialis.html>
- (21) Knollands. Product Supplies Ltd. Available from:
< http://www.knollands.co.uk/Portfolio_32_knollands.aspx>
- (22) Kvalitetskontrollert minireseanlegg. Det Norske Veritas.Typegodkjenninbevos. Typegodkjenningsbevis.nr.18.Avaialble from:<http://kundeweb.aggressive.no/users/Klargester.no/DnV_Typegodkjennig_bevis_2004.pdf>
- (23) List of Registered on/site Treatment and Distribution Product – January5, 2009.Available from:<<http://www.doh.wa.gov/ehp/ts/WW/registered-list.pdf>>
- (24) Lovdata. FOR 1996-12-16 nr 1315:Forskrift om arbeid ved avløpsanlegg.Available from:<<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19961216-1315.html>>
- (25) Nemerow Nelson Leonard. Industrial Waste Treatment. Contemporary practice and vision for the future. USA, 2007.Elsevier Inc.,page 133.
- (26) Performance results. EN 12566-3.Klargester NUF.Gjerdrumsvei 10 D, 0484 Oslo Norway. Available from:
<http://kundeweb.aggressive.no/users/Klargester.no/Performance_certificate_PIA.pdf>
- (27) Plastic Metal Technologies. (PMT GmbH).1st fabricant François de biodisques. Available from:<www.pmtwater.com>
- (28) Runion, Richard J. Immobilized cell reactor. Waste Water Treatment Plant Using the latest Advanced Immobilized Cell Reactor Technology. Geostar Publishing &Service LCC.USA,2005. First edition 2008.Available from:
<<http://www.all-about-wastewater-treatment.com/inst1.html>>
<<http://www.all-about-wastewater-treatment.com/WasteWaterTreatment-AdvancedTechnology.php>>
<<http://www.all-about-wastewater-treatment.com/SewageTreatment.html>>
- (29) Sertificat in henhold til uttestingsnorm for behandlingseffektivitet i gråvannrensaneanlegg for fritidshus.Bioforsk.Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) ved Institutt for Matematiske realfag og teknologi (IMT) Bioforsk Jord og miljø.Ås, 27.juni 2008. Available from:
<http://kundeweb.aggressive.no/users/Klargester.no/sertifikat_klargestet_gravannsanlegg_signert.pdf>
- (30) Smith Tom G., Biodisk Corporation, Toronto, Ontario, Canada. Personal consulting.
- (31) Special Commendation to BioBooster at the Environment and Energy Awards 2008. Available from:<<http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/pages/vertical/news/energyaward.html>>
- (32) Sustainable Sanitation Systems. OtterWasser GmbH. Simulation Studies. New Sanitation Strategies. Integrated Technology for Residential Areas. Available from:
<<http://www.otterwasser.de/homee.htm>>
- (33) Suthurs, Adrian – Expert from Klargester, personal consulting

APPENDIX A: DEFINITIONS:

Attached Growth – Q biological treatment process in which the microorganisms responsible for the conversion of the organic matter or other constituents to gases and cell issues are attached to some inert medium such as rocks, slag, ceramic or plastic materials. Attached growth treatment processes are also known as fixed film processes. (Ref.:23)

Appropriate treatment – treatment of urban waste water by easy process and /or disposal system which after discharge allows the receiving waters to meet the relevant quality objectives and the relevant provisions of this and other Community Directives.(Ref.:6)

ATU – Aerobic Treatment Unit – Aerobic treatment units provide aerobic biodegradation or decomposition of waste water by bringing the wastewater in contact with air. These units come in different configuration and sizes, and incorporate a variety of mechanical (and non mechanical) methods to enhance aerobic biodegradation of wastewater. Included are air pumps, air injectors, and biological-contact surfaces (such as pipes, fabric, grids, and rotation disks).exposure of microorganisms to food sources occurs in a saturated setting. Exposure of microorganisms to air occurs in a saturated setting for processes other than rotation biological contactors.

BOD5- Biochemical Oxygen Demand. – A test which measures the molecular oxygen used by microorganisms during a five day incubation period at temperature of 20 C(68F) for the biochemical degradation of organic matter (CARBONACEOUS DEMAND), and the oxygen used by microorganisms to oxidize inorganic material such as sulphides and ferrous iron. It also may be measure the amount of oxygen used to oxydezed reduced forms of nitrogen such as ammonia and organic nitrogen (NITROGENOUS DEMAND) if the microorganisms capable of mediating the reaction are present in the sample.

COD –Chemical Oxygen Demand

Collecting system - a system of conduits which collects and conducts urban waste water. (Directive)

DAF – Dissolved Air Flotation

Design Flow –The maximum volume of sewage a residence, structure or other facility is estimated to generate in a twenty-four-hour period. It incorporates both an operation capacity and a surge capacity for the system during the periodic heavy use events. The sizing and design of the on-site sewage system components are based on the design flow. (Ref.:23.)

Disinfection – the process of destroying pathogenic microorganisms in sewage through the application of ultraviolet light, chlorination, or oxidation. (Ref.:23)

“Domestic waste water “–wastewater from residential settlements and services which originates predominantly from the human metabolism and from household activities. (Ref.6))

Eutrophication - is an increase in chemical nutrients - compounds

Is an increase in chemical nutrients — compounds containing nitrogen or phosphorus — in an ecosystem, and may occur on land or in water. However, the term is often used to mean the resultant

increase in the ecosystem's primary productivity (excessive plant growth and decay), and further effects including lack of oxygen and severe reductions in water quality, fish, and other animal populations. (Ref.:14)

FC-Faecal Coliform (bacteria) – Bacteria common to the digestive systems of warm blooded animal that are cultured in standards tests. Counts of such organism are typically used to indicate potential contamination from sewage or to describe a level of needed disinfection. Generally expressed as colonies per 100ml. (Registered List.Ref.:23.)

Filtration – A process of separation particulate matter from a fluid by passing it through a permeable material. Typically a process incorporated later in the treatment process as a part of final clarification process, sometimes in advance of disinfection to improve the disinfection process. Filtration also can include the removal of suspended material in effluent by passing of the effluent through a porous medium in which filtration occurs within and on the surface of the filter bed, such as in a packed bed filter. (Ref.:23)

GRP – Glass fibre Reinforced Polyester. (Uses building tanks for RBC technology)(www.KeeProcess.com)

“ **Industrial waste water** “ – means any waste water which is discharged from premises used for carrying on any trade or industry, other than domestic waste water and run-off water.(Ref.:6)

MBR – Membrane Biological Reactor

Technology from Grundfoss (Denmark) - combines biological treatment with UF filtration

OSS – On-Site Sewage System – An integrated arrangement of components, located on or nearby the property it serves. It consists of a collection system, a treatment component or treatment sequence, and a soil dispersal component. An on –site sewage system also refers to a holding tank sewage system or other system that does not have a soil dispersal component.

PBR - The Pressurized Biofilm Reactor – technology from Grundfoss (Denmark) – uses for reducing high level of COD concentration. It performs a continuous aerobic removal process with pressurized oxygen rather than atmospheric air to increase oxygen concentration in the water – and thus the speed of the biological treatment.

1 p.e. (population equivalent) means the organic biodegradable load having a five day biochemical oxygen demand (BOD5) of 60 g of oxygen per day. (Ref.:6)

Primary treatment – treatment of urban waste water by a physical and /or chemical process involving settlement of suspended solids, or other processes in which the BOD5 of the incoming waste water is reduced by at least 20% before discharge and the total suspended solids of the incoming wastewater are reduced by at least 59% (Ref.:6)

Residential Sewage – Sewage having the consistency and strength typical of wastewater from domestic households.(Ref.:23)



Registered List – “List of Registered On-site Treatment and Distribution Products” – developed and maintained by the department and containing a list of treatment and distribution product that meets requirements for product registration in WAC 246-272A.

RBC- Rotating Biological Contactor – A type of attached growth treatment process consisting of discs oriented on a drive shaft which rotates, alternately exposing the attached microorganisms to the atmosphere and the wastewater.

Sand Filter – Wastewater treatment system characterized by a relatively large container and means for distributing septic tank effluent atop of a layer, or layers, of graded sand (or gravel) where, as wastewater moves downward, it undergoes biochemical aerobically & physical treatment. Aeration is achieved by air diffusion through the open voids in the sand with oxygen diffusing in to the cell mass attached to the media. There are many different designs of sand filter, but they can generally be divided into two types – single-pass filters, and multiple pass filters (intermittent, sand –lined drain field trench, and stratified) and one multiple-pass filter (recirculation gravel filter system)

Secondary treatment – treatment of urban waste water by a process generally involving biological treatment with a secondary settlement or other process in which the requirements established in Table 1 of Annex I Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment. (Ref.:6)

Sequencing Batch Reactor (SBR) A sequential suspended growth process in which all major steps, flow equalization, aeration, and clarification, occurs in the same tank in sequential order. SBRs include intermittent flow batch reactors and continuous flow systems.

Sewage – Any urine, faeces, and the water carrying human waste including kitchen, bath, and laundry wastes from residences, building, industrial establishments or other places. For the purposes of this work, “sewage” is generally synonymous with domestic wastewater, Also see “residential sewage”

Sewage quality - Contents in sewage that include

BOD5, COD, TSS Oil and grease

Other parameters that can adversely affect treatment. Examples include pH, temperature, and dissolve oxygen

Other constituents that create concerns due to specific site sensitivity. Examples include decal coliform and nitrogen

Sludge – residual sludge, whether treated or untreated, from urban waste water treatment plants. (Directive)

TSS – Total Suspended Solids - Suspended solids refer to the dispersed particulate matter in a waste sample that may be retained by a filter medium, typically expressed in mg/l. Suspended Solids may include both settle able and unsettle able solids of both inorganic and organic origin. The parameter is widely used to monitor the performance of the various stages of wastewater treatment, often used in



conjunction with BOD5 to describe wastewater strength. The test consists of filtering a known volume of sample through a weighed filter membrane that is then dried and re-weighed.

“**Urban waste water**” – means domestic waste water or the mixture of domestic wastewater with industrial wastewater and /or run-off rain water (Ref.:23)

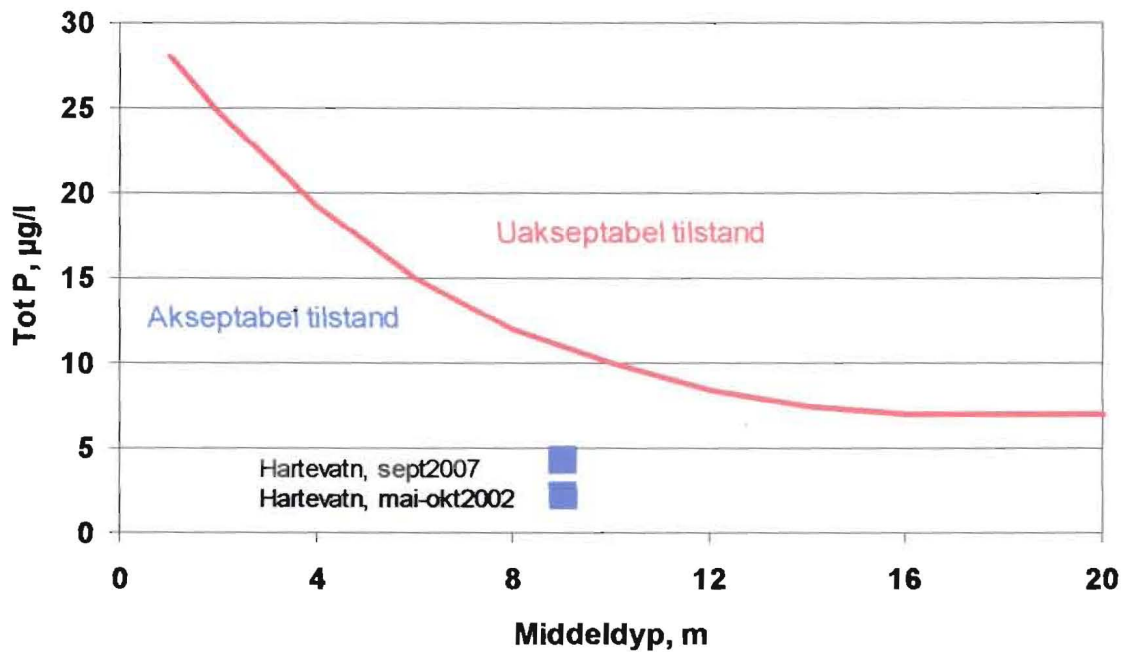
WW - Waste Water.

WWT – Waste Water Treatment.

WWTP – Waste Water Treatment Plant.



Beregning av tilstand for
Hartevatn i Bykle basert
på framtidig
fosforbelastning fra
fritidsbebyggelse



Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

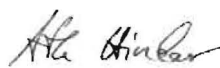
Tittel Beregning av tilstand for Hartevatn i Bykle basert på framtidig fosforbelastning fra fritidsbebyggelse	Løpenr. (for bestilling) 5552-2008	Dato 06.02.2008
	Prosjektnr. Undernr. O-27381	Sider Pris 13
Forfatter(e) Atle Hindar og Liv Bente Skancke	Fagområde Eutrofi - ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Bykle kommune v/Bykle & Hovden Vekst A/S	Oppdragsreferanse e-post Tveiten AS, 19.09.2007
--	---

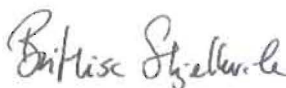
Sammendrag

Det er forventet betydelig økning i aktivitetene i Hovdenområdet i Bykle kommune de nærmeste årene. Det er spesielt antall fritidsboliger som forventes å øke sterkt, og Bykle kommune vurderer derfor nye tiltak på avløpssektoren. I den forbindelse var det ønsket en vurdering av om Hartevatn fortsatt er egnet resipient. Innsjøen er i dag resipient for avløpet fra renseanlegget på Hovden. Økningen i fosfortilførsler basert på 90% rensekapasitet ved eksisterende og eventuelt nytt renseanlegg for avløp er brukt til å beregne framtidige tilførsler. Størrelsen av utslippet er vurdert opp mot resipientkapasitet og konsekvenser for innsjøen. Målte fosforkonsentrasjoner på 2-4 µg/l total fosfor viser at Hartevatn i dag er lite påvirket av ekstra tilførsler fra avløp. Selv med den planlagte utbyggingen vil tilstanden være akseptabel i følge de belastningsmodeller som er brukt. Basert på krav i vannrammedirektivet anbefales imidlertid å kontrollere den økologiske tilstanden i innsjøen under og iallfall etter utbyggingen.

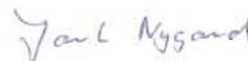
Fire norske emneord 1. Vannkjemi 2. Økologisk tilstand 3. Resipientkapasitet 4. Avløp	Fire engelske emneord 1. Water chemistry 2. Ecological status 3. Resipient capacity 4. Discharge
---	--



Atle Hindar
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Beregning av tilstand for Hartevatn i Bykle basert på framtidig fosforbelastning fra fritidsbebyggelse

Forord

Rådgivingsfirmaet Tveiten AS v/Jørund Ofte henvendte seg i begynnelsen av september 2007 til NIVAs Sørlandsavdeling med forespørsel om nye beregninger av resipientkapasitet for Hartevatn. Hartevatn er resipient for avløp fra eksisterende renseanlegg ved Hovden i Bykle kommune, og med nye planer for hyttebygging og annet er det forventet større fosfortilførsler til innsjøen.

NIVAs tilbud ble akseptert av Bykle kommune 17.09.2007 og meddelt i e-post fra Tveiten AS den 19.09.2007. Bykle kommune v/Bykle & Hovden Vekst A/S har finansiert prosjektet.

Prøvetaking i Hartevatn ble gjennomført av Einar Kleiven og Jarle Håvardstun, begge NIVA.

Grimstad, 6. februar 2008

Atle Hindar

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
2. Hartevatn	6
3. Vannkjemisk status	7
3.1 Innsamling av vannprøver	7
3.2 Analyser	8
3.3 Resultater	8
4. Fosforbelastning	9
5. Konklusjon	12
6. Referanser	12
Vedlegg A. Vannkjemi	13

Sammendrag

Det er forventet betydelig økning i aktivitetene i Hovdenområdet i Bykle kommune de nærmeste årene. Det er spesielt antall fritidsboliger som forventes å øke sterkt, og Bykle kommune vurderer derfor nye tiltak på avløpssektoren. I den forbindelse var det ønsket en vurdering av om Hartevatn fortsatt er egnet resipient. Innsjøen er i dag resipient for avløpet fra rensenanlegget på Hovden.

Det rådgivende ingeniørfirmaet Tveiten AS har gjort beregninger av framtidig økning i fosfortilførsler basert på 90% renskapasitet ved eksisterende og eventuelt nytt rensanlegg for avløp. Økningen er fra 160 kg per år (beregnet i 1989) til nær 800 kg fosfor per år. Økningen i fosfortilførsler vurderes i denne rapporten opp mot resipientkapasitet og konsekvenser for innsjøen.

Målte fosforkonsentrasjoner på 2-4 µg/l total fosfor viser at Hartevatn i dag er lite påvirket av tilførsler fra avløp. Selv med den planlagte utbyggingen vil tilstanden være akseptabel i følge de belastningsmodeller som er brukt. Hartevatn vil også ha "noe å gå på" etter at utbyggingen er realisert. Basert på krav i vannrammedirektivet anbefales imidlertid å kontrollere den økologiske tilstanden i innsjøen under og iallfall etter utbyggingen.

1. Bakgrunn

Det er forventet betydelig økning i aktivitetene i Hovdenområdet i Bykle kommune de nærmeste årene. Det er spesielt antall fritidsboliger som forventes å øke sterkt, og Bykle kommune vurderer derfor nye tiltak på avløpssektoren. I den forbindelse ønskes en vurdering av om Hartevatn fortsatt er egnet resipient. Innsjøen er i dag resipient for avløpet fra renseanlegget på Hovden.

Det rådgivende ingeniørformaet Tveiten AS har gjort beregninger av økningen i tilførsler basert på en gitt renskapasitet (Tveiten AS, 2007), og denne økningen brukes i rapporten for å beregne framtidige tilførsler og konsekvenser for innsjøen.

2. Hartevatn

Hartevatn ligger ved Hovden øverst i Setesdalen. Innsjøen ligger i fjellterreng 758 moh, er resipient for utslipp fra Hovdenområdet og Hovden renseanlegg og er svakt regulert som del av reguleringen av Øvre Otra mot Brokke kraftverk.

Grunnlagsdata for Hartevatn er gitt i Tabell 1. Slike data kan hentes fra tidligere rapporter, for eksempel Hindar m.fl. (1990), og dels fra NVEs Atlas (nve.no). Men vi har sett oss nødt til å gjøre en del beregninger på nytt i forbindelse med det foreliggende arbeidet.

Overflatearealet oppgitt av NVE er 5,86 km², som er beregnet ved høyeste regulerte vannstand HRV (som er 758,9 moh). LRV er på 757,3 moh, slik at reguleringenhøyden i Hartevatn er 1,6 m. Data fra regulanten viser at vannstanden i middel kan ligge ca. en halv meter under HRV.

Nedbørfeltet og områdets spesifikke avrenning gir et naturlig tilsig på 612,7 mill. m³/år (Hindar m.fl. 2003). Rørslett m.fl. (1978) oppga at reguleringen fører til at tilsiget er redusert til ca. 290 mill. m³/år, mens Hindar m.fl. (2003) oppgir at tilsiget er redusert med 241 mill. m³/år og dermed til 371,7 mill. m³/år. Vi har her valgt å forholde oss til denne siste verdien. Etter dybdekartet gitt i Rørslett m.fl. (1978) er trolig maksimalt dyp ved kote 715 moh, slik at det maksimale dypet blir ca. 42-43 m.

Hindar m.fl. (1990) og Hindar m.fl. (2003) oppgir middeldypet til 10,7 m og innsjøvolumet til 45,6 mill. m³. Disse dataene harmonerer ikke med overflatearealet fra NVE. Siden middeldypet er så sentralt og fordi stor usikkerhet har en direkte konsekvens for vurdering av akseptabel tilstand, har vi derfor beregnet dette på nytt. Beregningen er basert på det detaljerte dybdekartet gitt av Rørslett m.fl. (1978). Kartet ble først forstørret opp til A3-format. Oppgitt målestokk i kartet ble kvalitetsikret ved å gjøre lengdeberegninger i NVEs Atlas for to avstander i Hartevatn. Deretter er overflatearealet ved 757,3 moh (LRV) og arealene ved hhv. kote 750 og 740 m regnet ut. Overflatearealet ble 6,24 km², dvs. noe større enn NVEs overflateareal. Basert på en typisk kurveprofil for forholdet mellom areal og dyp ble det konstruert en batygrafisk kurve og deretter regnet ut volum og middeldyp. Middeldypet ble beregnet til 9,0 m, og denne verdien er brukt i de videre beregningene. Det gjøres oppmerksom på det betydelige avviket fra 10,7 m som tidligere er brukt. Innsjøvolumet er også betydelig korrigert, se Tabell 1.

3. Vannkjemisk status

3.1 Innsamling av vannprøver

Det ble foretatt prøvetaking på én stasjon i Hartevatn 24. september 2007. Det ble tatt prøver ved fire ulike dyp; overflate, 5 m, 10 m, 20 m. Prøvepunktet er markert i **Figur 1** (koordinater N59°31.914, E007°20.826).

Tabell 1. Data for Hartevatn (innsjønummer 1072 i NVEs REGINE).

Parameter		
Overflateareal*	6,24	km ²
Naturlig nedbørfelt (NVE)	459	km ²
Naturlig tilsig**	612,7	mill. m ³ /år
Tilsig etter regulering**	371,7	mill. m ³ /år
Teoretisk oppholdstid, inkl. reguleringseffekter*	0,15	år
Maksimalt dyp, kote757-kote715	42	m
Middeldyp*	9,0	m
Innsjøvolum*	56,1	mill. m ³

* beregnet på nytt her; ** Hindar m.fl. 2003



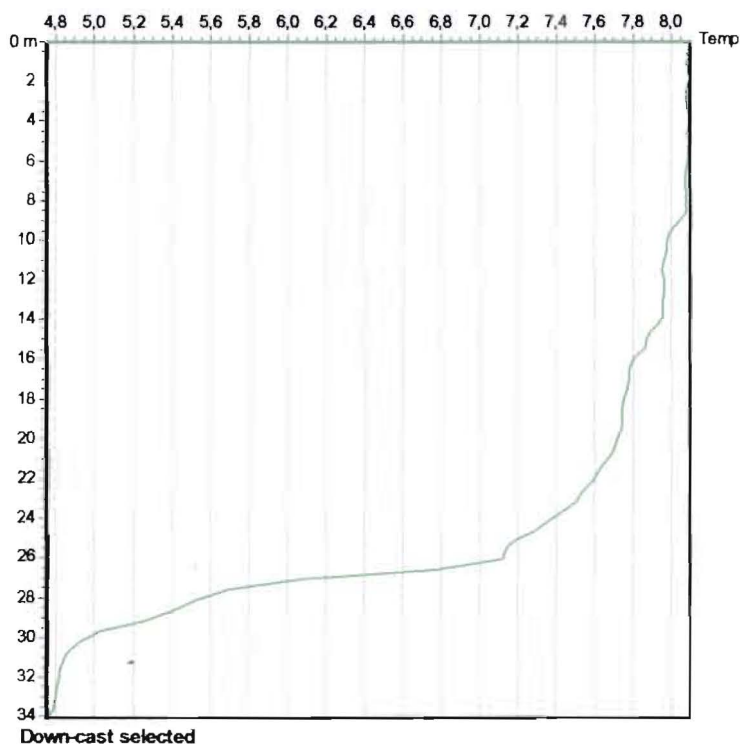
Figur 1. Kart over Hartevatn med inntegnet prøvetakingspunkt. Kilde: Kystverket.

3.2 Analyser

Prøvene ble analysert etter standard analysemetoder på NIVA mht. pH, konduktivitet, alkalitet, total fosfor (tot P), total nitrogen (tot N), nitrat, totalt organisk karbon (TOC), klorid, sulfat, reaktivt aluminium, ikke-labilt aluminium, kalsium, kalium, magnesium og natrium. I tillegg ble det i felt registrert siktedyp og temperatur ved hvert prøvetakingsdyp.

3.3 Resultater

Temperaturprofil ved prøvetakingspunktet er vist i **Figur 2**. Vannmassene over 20 m har tilnærmet lik temperatur (7,7-8,1 °C), mens den på 34 m var 4,8 °C. Dette viser at innsjøen ikke hadde sirkulert fullstendig ved prøvetakingstidspunktet.

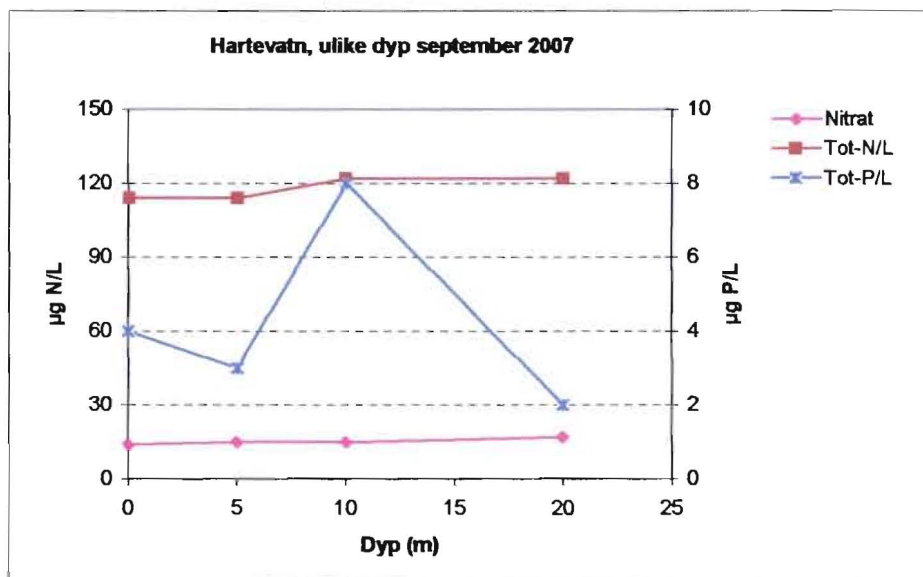


Figur 2. Temperaturprofil fra CTD-sonde ved prøvetaking i Hartevatn 24. september 2007.

Alle analyseresultatene er vist i vedlegg bak i rapporten. Generelt viser resultatene prøver med lav ionekonsentrasjon og at det er liten spredning mellom de ulike dypene. Verdiene for tre sentrale parametre er fremstilt i **Figur 3**.

Fosfor er en viktig parameter da dette næringssaltet som oftest begrenser plantevekst i ferskvann. Tidligere undersøkelser i Hartevatn (Hindar m. fl. 1990, Hindar m. fl. 2003) har gitt middelverdier for total fosfor på ca 2 µg P/L i perioden mai/juni-oktober på en til to stasjoner. I denne undersøkelsen ga prøvene noe variasjon mellom prøvedypene mht. total fosfor, og det var lavest verdi på 20 m (2 µg P/L) og høyest på 10 m (8 µg P/L). Det gir en volumveiet middelkonsentrasjon på 4 µg P/L, som er høyere enn resultatene fra 2002. Bakgrunnskonsentrasjonen av fosfor er trolig 2-3 µg P/L, og måleverdiene viser at Hartevatn også er noe påvirket av andre fosforkilder.

Verdiene for total nitrogen lå i området 114-122 µg N/L for de fire dypene og for nitrat var verdiene 14-17 µg N/L. Dette er noe lavere enn det som ble registrert i 2002-undersøkelsen.



Figur 3. Nitrat, total nitrogen og total fosfor i prøver tatt ved ulike dyp i Hartevatn høsten 2007.

4. Fosforbelastning

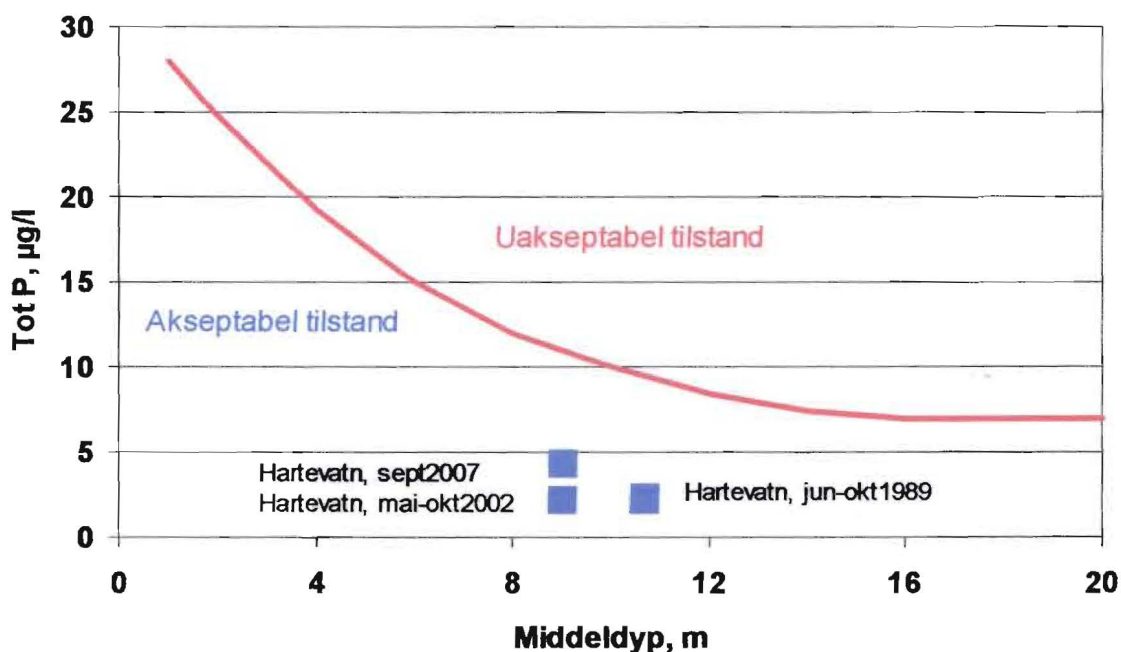
Akseptabel fosforkonsentrasjon i innsjøer kan vurderes med en innsjømodell som er utviklet for dette formålet (Berge 1987). Modellen gjelder for grunne og middels grunne innsjøer, som har et middeldyp på opp mot 15 m. Vi har lagt inn målte P-konsentrasjoner i denne modellen, se Figur 4. Alle målte data for Hartevatn viser at tilstanden med dagens belastning på 160 kg P fra kloakk (Tabell 2) er akseptabel og at det er "mye å gå på". Dette gjelder om middeldypet er 10,7 m (fra tidligere rapporter) eller 9,0 m (denne rapporten).

Fosforkonsentrasjonen (P) i Hartevatn kan beregnes etter Rognerud, Berge og Johannessen (RBJ) -modellen om man kjenner midlere fosforkonsentrasjon i tilførsler og innsjøens oppholdstid (Berge 1987):

$$P(\text{innsjø}) = 0,63 * P(\text{innløp}) * e^{-0,067 * T}, \text{ der } T \text{ er teoretisk oppholdstid,}$$

se f.eks. Hindar m.fl. (2003). I Tabell 1 er alle vesentlige informasjonen om innsjøen gitt, mens Tveiten AS har gitt data for fosforbelastning med ny utbygging og rensetiltak med 90 % renseeffekt (Tveiten AS, 2007).

Siden vi har justert ned middeldypet fra 10,7 m til 9,0 m, går det fram av Figur 4 og Bergemodellen at kritisk P-konsentrasjon kan økes fra 9,6 µg/l til 11,1 µg/l. I det videre har vi brukt intervallet 9-13 µg/l P som kritisk intervall.



Figur 4. Grense for akseptabel og uakseptabel tilstand basert på fosfor for innsjøer. Fosforkonsentrasjoner for Hartevatn fra 1989, 2002 og 2007 er lagt inn. Data fra 1989 er lagt inn sammen med det middeldypet som ble brukt i Hindar m.fl. (1990).

Beregninger av midlere P-konsentrasjon i innsjøen for ulike situasjoner er vist i **Tabell 2**. Beregnet P(innsjø) for 1989-situasjonen er noe høyere enn den P-konsentrasjonen som ble målt den gangen og i 2002. Med planlagt utbygging kan midlere P-konsentrasjonen i innsjøen øke til nærmere 4 µg/l. Dette er fortsatt langt unna kritisk nivå. Med den nye beregningen av middeldyp og med de forbehold som må tas om denne typen beregninger for Hartevatn (se de tidligere NIVA-rapportene), kan man øke P-tilførslene i avløp opp mot 4000 kg P før man når et kritisk nivå og tilstanden blir uakseptabel.

Det må understrekes at grensen mellom akseptabel og uakseptabel i denne forbindelse er basert på grensene i **Figur 4** og ikke EUs vannrammedirektiv. Et nytt nivå på ca. 4 µg/l er høyere enn et antatt bakgrunnsnivå på om lag 2 µg/l. På den annen side er den økologiske tilstanden styrende for tiltak under dette direktivet. Tilstanden ble vurdert som svært god i 2003, og tilstanden var omtrent som man forventer i en upåvirket innsjø (Hindar m.fl. 2003). Hvis de nye utbyggingsplanene realiseres på det nivået som er grunnlaget for beregningene her, kan det være fornuftig å gjennomføre biologiske undersøkelser i innsjøen under og etter den planlagte utbyggingen for å kartlegge eventuelle endringer.

Tabell 2. Beregning av fosforkonsentrasjon i Hartevatn, P(innsjø), basert på tilførsler, årlig tilsig og teoretisk oppholdstid. Totale tilførsler dividert på årlig tilsig gir middelkonsentrasjonen i tilløpet, P(inn), for A) data fra 1989 (Hindar m.fl. 1990) og B) nye beregninger av Tveiten AS for betydelig utvidelse av tilførsler med rensing. I C) har vi beregnet tilførsler for det kritiske intervallet 9-13 µg/l P i Hartevatn.

A

Totale P-tilførsler 1989	1545 kg/år		
Tilførsler/årlig tilsig	4,1 µg/l P	<u>Kilde:</u>	
		Kloakk	160 kg
T	0,15 år	Jordbruk	35
P(inn)	4,1 µg/l P	<u>Bakgrunn</u>	<u>1350</u>
P(innsjø)	2,6 µg/l P	SUM	1545 kg

B

Totale P-tilførsler 2007, basert på Tveiten	2177 kg/år		
Tilførsler/årlig tilsig	5,8 µg/l P	<u>Kilde:</u>	
		Kloakk	792 kg
T	0,15 år	Jordbruk	35
P(inn)	5,8 µg/l P	<u>Bakgrunn</u>	<u>1350</u>
P(innsjø)	3,6 µg/l P	SUM	2177 kg

C

For 9,0 m middeldyp:			
<u>Akseptabelt 9-13 µg tot P/l</u>			
Totale P-tilførsler opp til nedre kritiske nivå	5385 kg/år		
Tilførsler/årlig tilsig	14,4 µg/l P	<u>Kilde:</u>	
		Kloakk	4000 kg
T	0,15 år	Jordbruk	35
P(inn)	14,4 µg/l P	<u>Bakgrunn</u>	<u>1350</u>
P(innsjø)	9,0 µg/l P	SUM	5385 kg
Totale P-tilførsler opp til øvre kritiske nivå	7835 kg/år		
Tilførsler/årlig tilsig	20,9 µg/l P	<u>Kilde:</u>	
		Kloakk	6450 kg
T	0,15 år	Jordbruk	35
P(inn)	20,9 µg/l P	<u>Bakgrunn</u>	<u>1350</u>
P(innsjø)	13,0 µg/l P	SUM	7835 kg

Hartevatn fungerer som tilløpsmagasin for et pumpekraftverk i Otrautbyggingen. Pumpestasjonen innerst i Breive pumper vann fra Hartevatn, via Breivevatn i nordvest og opp i høyde for overføring til Vatnedalsvatnet. Det betyr at utslipp fra renseanlegg sør i Hartevatn går mot nord-vest og inn i Breive. Pådraget innover mot Breive kan være positivt for Hartevatn fordi det bedrer fortynningsforholdene for utslippet.

5. Konklusjon

- Den økologiske tilstanden i Hartevatn er meget god basert på biologiske undersøkelser utført av Hindar m.fl. (2003) og målte fosforkonsentrasjoner fra tidligere og i september 2007.
- Planlagt økt fritidsbebyggelse og økt fosforbelastning, slik som beregnet av Tveiten AS, vil fortsatt gi akseptabel tilstand i Hartevatn.
- Hartevatn vil fortsatt ha "noe å gå på" etter at de nye utbyggingsplanene og rensertiltakene er realisert.
- Vannrammedirektivets krav om god økologisk tilstand i vannforekomster bør medføre at den økologiske tilstanden i innsjøen kontrolleres under og iallfall etter utbyggingen.

6. Referanser

- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport 2001. 44 s.
- Hindar, A. Kroglund, F. og Brettum, P. 1990. Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn ved Hovden i Setesdal. NIVA-rapport 2498. 37 s.
- Hindar, A. Johansen, S. W., Bækken, T. og Brettum, P. 2003. Vannøkologisk status og resipientkapasitet i Øvre Otra med reguleringsmagasiner i forbindelse med avløp fra økt hyttebygging
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Steffensen, J.L. og Grande, M. 1978. Hartevatn og regulering av Øvre Otra. En uttalelse om I/S Øvre Otrass planendringforslag av november 1977. NIVA-rapport 1028. 128 s.
- Tveiten AS. 2007. Bykle kommune. Utgreiing vedkomande renseanlegg for Hovden og Midtregionen. Rapport 11.12.2007. 11 s.

A – 103655

BYKLE KOMMUNE

**HOVDEN OG MIDTREGIONEN
RENSEDISTRIKT**

HARTEVATN RENSEANLEGG

UTSLEPPSSØKNAD

Seljord 18.02.2008.

Postboks 120
3835 Seljord
Tlf.: 35 06 44 44
Fax: 35 05 09 41

TVEITEN AS
RÅDGIVENDE INGENIØRER

INNHALD

1	GENERELLE OPPLYSNINGAR.....	3
1.1	Søkaropplysningar	3
1.2	Søknadsomfang.....	3
2	RENSEDISTRIKT.....	4
2.1	Generelt	4
2.2	Dimensjoneringsgrunnlag i gjeldande planar	4
2.3	Renseprosess.....	4
2.4	Forureiningstransport.....	5
2.5	Rensetekniske tiltak og utslepp.	5
3	RESIPIENT	6
3.1	Utsleppsstad.....	6
3.2	Resipientvurdering	7
3.3	Brukarkonflikter	8
4	UTLEGGING OG KUNNGJERING	9
5	VEDLEGG	9

1 GENERELLE OPPLYSNINGAR

1.1 Søkaropplysningar

Søknaden vert fremma av:	Bykle kommune, Teknisk drift og eigedom, 4754 BYKLE
Kontaktperson:	Sigbjørn Åge Fossdal
Søknaden er utarbeida av:	TVEITEN AS, Postboks 120, 3835 SELJORD
Sakshandsamar:	Jørund Ofte Jostein Thorvaldsen

1.2 Søknadsomfang

Bykle kommune søker med dette om utvida og fornya løyve til utslepp av avløpsvatn frå Hovden og Midtregionen rensedistrikt i samsvar med etterfølgjande spesifikasjonar og grunnlag.

Det føreligg utsleppsløyve frå Fylkesmannen i Aust-Agder

- Hovden rensedistrikt, datert 25.01.2001 – Utslepp til Hartevatn.
- Midtregionen rensedistrikt, datert 21.02.06 – utslepp til Vatnedalsvatn.

Det ligg føre vesentlege utbyggingsplanar i Midtregionen, men usleppsløyvet for Midtregionen er ikkje tatt i bruk. Utviklinga og aktiviteten på Hovden dei seinare åra og dei planane som ligg føre her medfører auka tilførsle og eit behov for tiltak på Hovden renseanlegg i eit omfang som medfører at anlegget vert omfatta av krav til tiltak i forurensingsforskrifta.

Då det no er samanfall i tid mellom tiltaksbehov på Hovden renseanlegg og utbygging i Midtregionen ynskjer Bykle kommune å samordne prosjekta.

I denne søknaden vert det søkt om løyve til utslepp i Hartevatn frå tettstaden Hovden og utbyggingsområdet i Midtregionen.

- Søknaden gjeld utslepp etter rensing biologisk/kjemisk renseanlegg (sekundærrensing).
- Utslepp i Hartevatn ved bruk av sjøledning for å lede utsleppet til hovudstraumen der overføringa frå Auversvassåi og Hartevasstjønne vert ført ut i Hartevatn, og under lågaste regulerte vannstand som er på kote + 757,30.
- Dimensjonerande belastning er 14 400 PE, men kommunen ønskjer å sette ei **søknadsramme på 20 000 pe.**

2 RENSEDISTRIKT

2.1 Generelt

Søknaden gjeld tettstaden Hovden der det i dag er eit eksisterande utslepp til Hartevatn og planlagt utbygging i Midtregionen. Utsleppet frå Hovden renseanlegg er per i dag etter kjemisk renseanlegg.

2.2 Dimensjoneringsgrunnlag i gjeldande planar

• Bustader		160 stk	
	Reserve	40 stk	600 pe
• Fritidsbustader			
	Godkjente planar		
	Private	3 100 stk	
	I næring	180 stk	13 120 pe
• Hotell		150 rom	450 pe
• Reserve	Næring/Busetnad		240 pe
	<u>Sum</u>		<u>avr. 14 400 pe</u>

Ein har vurdert korleis belastninga i rensedistriktet vil variere over året og dette går fram av tabellen under.

Tabell 1, Forventa belastningsvariasjon

	Dagar:	Belegg
	Antall.	%
Påska	10	95
Vinterferie	20	75
Jol/Nyttår	10	75
Vinternormal	111	50
Haut	122	11
Sommar	92	35
Årssnitt + 20 %	365	45

I søknaden ønskjer Bykle kommune å legge inn eit grunnlag på **20 000 pe**

2.3 Renseprosess

I høve til Forureiningsforskrifta, del 4, skal eit anlegg av denne storleiken ha sekundærreinsing i tillegg til fosforfjerning. Ein søker derfor å løyve til utslepp av avløpsvatn etter reinsing i ein biologisk/kjemisk reinseprosess. Anlegget vil bli dimensjonert og planlagt for 14 400 pe, med tilrettelegging for utviding til 20 000 pe.

2.4 Forureiningstransport

Berekingane er basert på fylgjande spesifikke føresetnader:

Spesifikk produksjon :	- Suspendert stoff	42 g/pe.d
	- Organisk stoff (BOF ₅)	60 g/pe.d
	- Total fosfor	1,6 g/pe.d

Kjelde: SFT-Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsel til fjorder og vassdrag, og EU sitt avløpsdirektiv.

Spesifikk vassmengde:	- Spillvassmengde, fastbuande	200 l/pe.d
	- Spillvassmengde, hytter	400 l/hytte.d
	- Infiltrasjons og innlekkingsvatn	150 l/pe.d

Dette gjev grunnlag for fylgjande berekning av **forureiningsproduksjon / 20 000 pe.**

$$Q_{\text{dim}} = 265 \text{ m}^3/\text{h} \text{ eller } Q_{\text{dim.d}} = 5\,200 \text{ m}^3/\text{d} \text{ og } Q_{\text{år}} = 850\,000 \text{ m}^3/\text{år}.$$

Forureiningsproduksjonen i dimensjonerande døgn og i årsgjennomsnitt er berekna til:

Tabell 2: Forureiningsproduksjon.

	Total fosfor		BOF ₅		Suspendert stoff	
	Dim. døgn	År	Dim. døgn	År	Dim. døgn	År
Produksjon, kg	32,0	5 256	1 200	197 100	840	137 970

2.5 Rensetekniske tiltak og utslepp.

Ut i frå den belastninga som vert på renseanlegget og dei reinsekrava som er å finne i forureiningsforskrifta, legg ein opp til å bygge eit nytt renseanlegg basera på ein biologisk/kjemisk reinseprosess. Det nye renseanlegget er planlagt plassert i søndre ende av Hartevatn, sjå vedlagt situasjonsplan. Eksisterande Hovden renseanlegg skal vera i drift i heile byggeperioden. Når det nye renseanlegget er ferdig, vert avløpet lagt om til det nye anlegget. På denne måten oppnår ein normal, full drift på eksisterande renseanlegg i heile byggeperioden.

Det nye anlegget vert bygd med tanke på å oppnå stabil og god drift ved dei ulike belastningsvariasjonane som vil opptre på anlegget. Frå denne typen renseranlegg, kan ein erfaringsmessig forvente slike renseresultat:

Tabell 3, Forventa renseresultat for eit biologisk/kjemisk renseanlegg

	Renseeffekt for biologisk/kjemisk renseanlegg
Suspendert stoff	85 – 95%
BOF ₅	85 – 95%
Fosfor	85 – 95%
Nitrogen	15 – 20%
Bakteriar	95 – 99%

(Kjelde: Grunnkurs i VAR-Teknikk, Del II, NTH 1981)

For dei tre første parametran Tot-P, BOF₅ og SS legg vi oss på ein renseseffekt på 90m% og får følgjande utslepp:

Utslepp til Hartevatn etter rensing:

Tabell 4, forventa utslepp

Kg	Total fosfor		BOF ₅		Suspendert stoff	
	Dim. døgn	År	Dim. døgn	År	Dim. døgn	År
Produksjon	32,0	5 256	1 200	197 100	840	137 970
Utslepp etter rensing i	3,2	525	120	19 710	84	13 800

3 RESIPIENT

3.1 Utsleppsstad

Etter rensing i biologisk/kjemisk renseanlegg vert avløpsvatnet ført ut i Hartevatn for utslepp under lågaste regulerte vannstand som er på kote + 757,30. Straumtilhøva i Hartevatn er ikkje kjent. Ein ynskjer å plassere utsleppspunktet slik at mest mogleg av det reinsa avløpsvatnet skal først nordover til pumpestasjonen ved Breive der Hartevatn / Breivevatn pumpa inn på tunnelen som går frå Lislevatn til Store Førsvatn. Frå Store Førsvatn renn vatnet vidare i tunnel til Vatndalsvatnet.



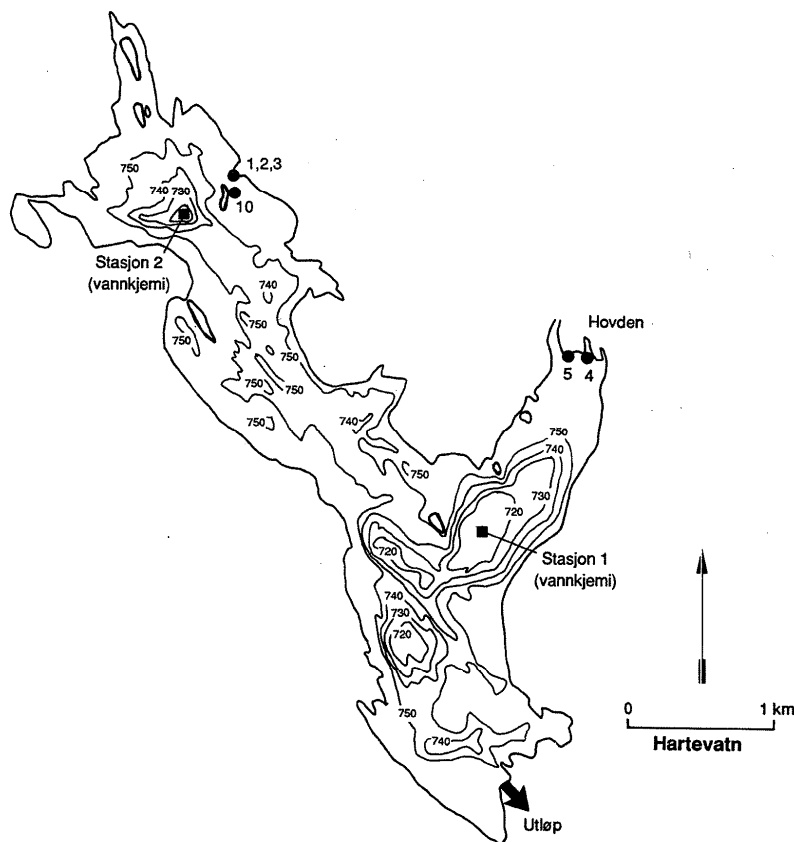
Figur 1, Vassveggar

Kjelde: <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>

Utsleppsledningen vert ført ut eit område vest for der overføringa frå Auversvassåi og Hartevasstjønni vert ført ut i Hartevatn. Det er særleg i flom og smelteperiodar at det er stor vassføring i overføringa frå Auversvassåi.

3.2 Resipientvurdering

Hartevatn er eit regulera vatn. Høgaste regulerte vannstand (HRV) er kote +758,9. Lågaste regulerte vannstand (LRV) er kote +757,3. Hartevatn er relativt djup i søraustre del, har eit grunt midtparti og eit relativt djupt basseng i nordvestre del. I samband med reguleringa er det laga ein kanal mellom Hartevatn og Breivevatn i nordvest. Før reguleringa var opphaldstida i Hartevatn 0,08 år. Med reguleringa mellom LRV og HRV er opphaldstida i vatnet dobla til 0,16 år. (Kjelde: NIVA O-90010).



Figur 2, djubdekart Hartevatn. Kjelde NIVA O-90010

Overløpsterskelen ut av Hartevatn ligg på kote 759,06. Ved høgare vannstand enn dette, går vatn i overløp til Otra. Vedlegg 1 viser variasjonane i vannstand i Hartevatn i perioden 01.01.2003 – 15.09.2007. Som det går fram av kurva, er det sjeldan at overløpet trer i funksjon. Agder Energi AS opplyser at når overløpet er i funksjon er vassføringa typisk 20 – 30 m³/sek og det varar i 2 – 4 dagar.

Målingar i Hartevatn viste at tilstanden i vatnet er meget god både med omsyn til næringsinnhald, bakteriar og god med omsyn til surhet. (Kjelde: Miljøstatus i Aust-

Agder. Sist oppdatert 15.05.2007). Tilstanden meget god er beste tilstandsklasse i SFT sitt system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvatn.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har ved fleire høve vurdert resipientkapasiteten i Harteavatn. I rapport LNR 4646-2003 er og resipientkapasitet i Øvre Otra og Vatnedalsvatn og Botsvatn vurdert. I sin rapport frå 2003 konkluderar NIVA med at både Harteavatn, Vatndalsvatnet og Botsvatn er svært næringsfattige og at status truleg ikkje er vesentleg endra enn situasjonen ville ha vore utan menneskeskapte tilførselar.

Ved ei ny undersøking av Harteavatn hausten 2007, konkluderar NIVA som følgjer:

- Den økologiske tilstanden i Harteavatn er meget god basert på biologiske undersøkelser utført av Hindar m.fl. (2003) og målte fosforkonsentrasjoner fra tidligere og i september 2007.
- Planlagt økt fritidsbebyggelse og økt fosforbelastning, slik som beregnet av Tveiten AS, vil fortsatt gi akseptabel tilstand i Harteavatn.
- Harteavatn vil fortsatt ha "noe å gå på" etter at de nye utbyggingsplanene og rensiltakene er realisert.
- Vannrammedirektivets krav om god økologisk tilstand i vannforekomster bør medføre at den økologiske tilstanden i innsjøen kontrolleres under og iallfall etter utbyggingen.

NIVA rapporterer at Harteavatn har eit potensial for mottak av fosfor på 3 000 – 4 000 kg. fosfor pr. år. Dersom vi nyttar eit middel her 3 500 kg P/år og legg til grunn at bakgrunnsverdiene er uendra frå NIVA si undersøking i 2003, får vi følgjande reknestykke:

• Busetnad, fritidsaktivitetar og turisme 20 000 pe. 10 % lekkasjetap og 90 % renseeffekt på renseanlegg:	1 050 kg. fosfor/år.
• Avrenning frå jordbruk	35 kg. fosfor/år
• <u>Arealavrenning / Bakgrunnsavrenning</u>	<u>1 350 kg. fosfor/år</u>
<u>Samla avrenning etter planlagt utbygging</u>	<u>2 435 kg. fosfor/år</u>

Ein resipientkapasitet på 3 500 kg P/år gjev tilsvarende eit potensial i rensedistriktet på 40 000 pe.

På mangdebasis kan ein gjera ei slik vurdering:

Minstevassføring ut av Harteavatn er:

15. juni – 15. september	2,0 m ³ /s
15. september – 15. juni	0,5 m ³ /s

Årleg tilløp til Harteavatn er skulle ha vore $612,7 * 10^6$ m³/år utan regulering. Regulering fører $241 * 10^6$ m³/år av det som normalt skulle ha gått til Harteavatn i staden er overført til Vatndalsvatn via Store Førsvatn. Det gjer at tilsiget til Harteavatn er $371,7 * 10^6$ m³/år. (Kjelde: NIVA LNR 4646-2003). Samanlikna med dette, vil utsleppet frå Harteavatn renseanlegg utgjera $1,05 * 10^6$ m³/år eller 2,8 ‰.

3.3 Brukarkonflikter

3.3.1 Vassforsyning

Det er ikkje uttak av drikkevatt direkte frå Harteavatn.

3.3.2 Bading

Det er etablert eit friluftsområde ved Hegni. Her er både badeplass og småbåthamn. Eksisterande utslepp frå Hovden renseanlegg ligg relativt nær friluftsområdet. Det er ikkje tatt badevassanalyser ved badeplassen på Hegni i seinare tid. Det nye utsleppspunktet er tenkt etablert ca 2 km lenger sør. Sjølv om ein no søker om løyve til eit utslepp som er større enn eksisterande utslepp, er det grunn til å anta at det nye utsleppet ikkje vil føre til dårlegare kvalitet på badevatnet ved badeplassen på Hegni.

3.3.3 Fiske

I Hartevatn er det aure. Det er ikkje kommersielt fiske i Hartevatn, men der er sal av fiskekort. Ein legg til grunn at det omsøkte utsleppet ikkje skal påverke fisken i Hartevatn i negativ retning.

4 UTLEGGING OG KUNNGJERING

Etter søknadskontroll hjå Fylkesmannen i Aust-Agder vert utsleppssøknaden lagt fram for offentleg gjennomsyn ved kommuneadministrasjonen i Bykle.

Utlegginga vert kunngjort i:

- Setesdølen
- Fædrelandsvennen
- Agderposten
- Norsk Lysingsblad

5 VEDLEGG

1. Hartevatn, vannstand 2003 – 2007
2. Oversiktskart, tegn. nr. 7001
3. Situasjonsplan, tegn.nr. 7002

Seljord, 18.02.08
TVEITEN AS
Rådgivende ingeniører

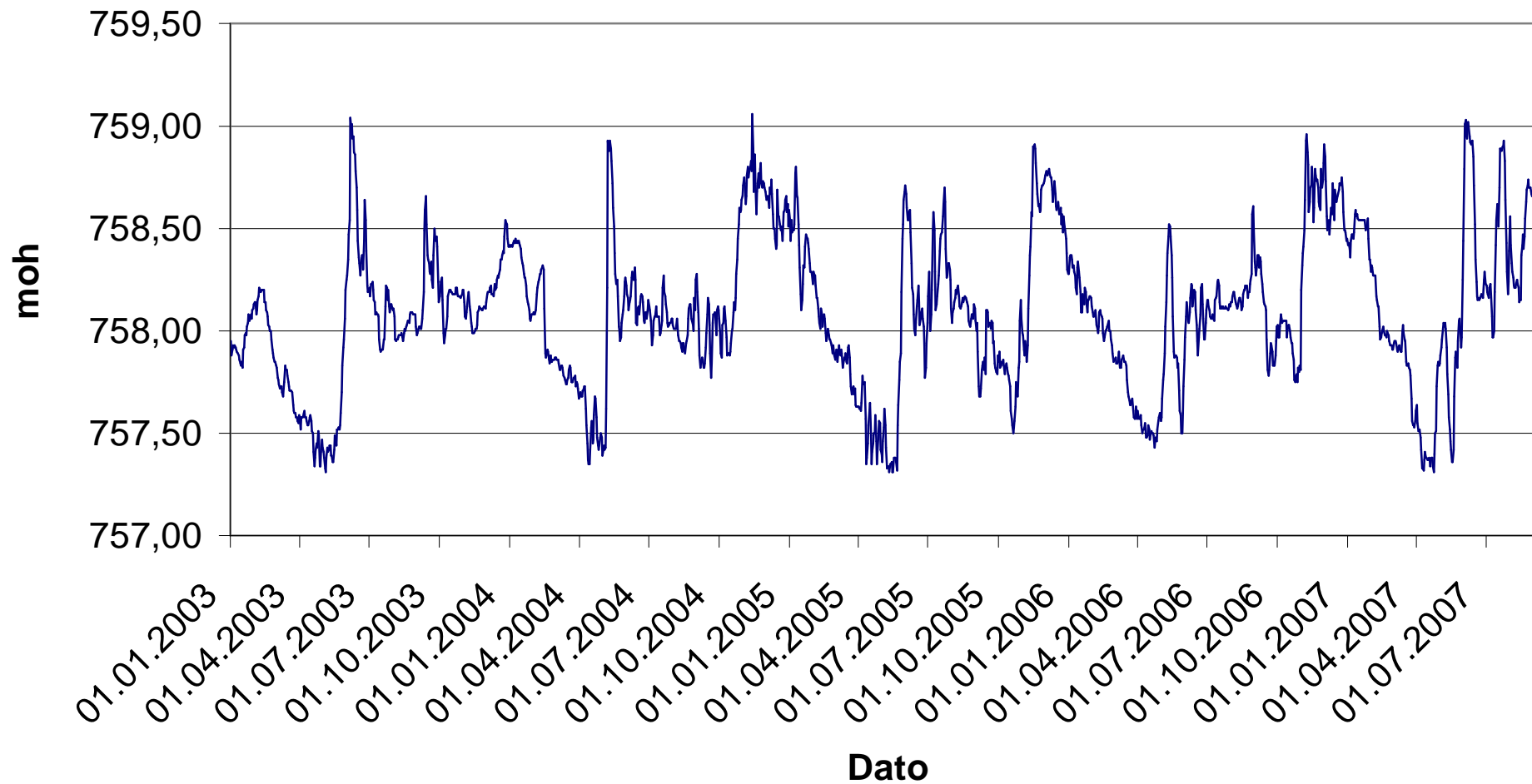
Jørund Ofte .

Jørund Ofte

Jostein Thorvaldsen

Jostein Thorvaldsen

Hartevatn, vannstand 2003 - 2007



Kjelde: Agder Energi AS

BYKLE KOMMUNE.

**Utgreiing vedkomande renseanlegg
for**

HOVDEN OG MIDTREGIONEN

**SEPARATE ANLEGG
m/oppgradering av Hovden**

eller

**FELLES ANLEGG I SØNDRE ENDE AV
HARTEVATN.**

Rapporten er utarbeidd av Tveiten AS
i samarbeid/samråd med
Bykle kommune, teknisk etat.

Seljord 15.08.07.

**Revidert/supplert etter møte 20.08.07
Revidert forurensingsberegn. 11.12.07**

INNHALD.

1.0	PROBLEMSTILLING	3
2.0	DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	3
2.1	Hovden renseanlegg:.....	3
2.2	Ørnefjellsmoen renseanlegg:	4
2.3	Hartevatn renseanlegg:.....	4
3.0	ALTERNATIVE LØYSINGAR.....	4
3.1	Hovden renseanlegg.....	4
3.2	Ørnefjellsmoen renseanlegg	5
3.3	Felles anlegg ved Hartevatn.....	6
4.0	RESIPIENTVURDERING	7
4.1	Forurensingstilførsler	7
4.2	Resipientkapasitet	8
5.0	KOSTNADER	9
6.0	OPPSUMMERING OG TILRÅDING	10
6.1	Vurderingar	10
6.2	Tilråding.....	11

1.0 PROBLEMSTILLING

I samband med drøfting av ymse sider vedk. utbygging av VA-teknisk infrastruktur i Midtregionen, gjorde kommunestyret m.a. følgjande vedtak:

- Vurdering av felles renseanlegg vert lagt fram som eiga sak i august.

Bakgrunnen for dette vedtaket er sammensett, men kan oppsummerast som følgjer:

Regelverket:

Frå 01.01.07 gjeld revidert "Forskrift om begrensning av forurensninger (forurensningsforskriften)". Her vert det m.a. innført skjerpa krav til utslepp frå tettbebyggelsar større enn 2 000 pe (personekvivalentar) med utslepp til ferskvatn.

Dette får verknad for så vel Hovden renseanlegg som nytt renseanlegg i Midtregionen. Innskjerpinga gjeld spesielt krav til kvalitet på utsleppet m.o.p. organisk stoff. Kravet vert gjort gjeldande for alle nye renseanlegg og vil for eksisterande anlegg tre i kraft på anlegg som vert vesentleg endra. Vesentleg endring er m.a.

- 25 % auke (eller meir) i høve til referanseår 2003 som følgje av:
 - Utviding av rensedistriktet/tilførsel av nye område.
 - Auka tilførsle av organisk stoff.
- Omfattande forbetring eller modernisering av heile eller delar av prosessen.

Utviklinga og aktiviteten på Hovden dei seinare åra og dei planane som ligg føre medfører auka tilførsle og eit behov for vesentlege tiltak på Hovden renseanlegg. Anlegget vert såleis omfatta av krav til tiltak i revidert forurensningsforskrift.

Plasseringa:

Hovden renseanlegg er plassert slik at det til ei kvar tid vil representere ein ulemperisiko i nærområdet. Samstundes kan arealet anlegget ligg på, vera attraktivt/nyttig til andre formål enn avløpsrensing.

Synergieffekten.

Då det no er sammenfall i tid mellom tiltaksbehov på Hovden renseanlegg og utbygging i Midtregionen vil det vera gale å ikkje sjå om det er tekniske og økonomiske fordelar knytt til å samordne prosjekta.

2.0 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG.

2.1 Hovden renseanlegg:

- Anlegget er bygd for

Personbelastning	3 050 pe.
Vannmengde	$Q_{dim} = 54 \text{ m}^3/\text{h}$
- Driftsassistansen har registrert ei tilknytning tilsvarande:

		Målt som	Fosfor	Org. stoff.
○ 2005	→	Årsbasis	2 000 pe	1 720 pe.
	→	Max prøve	7 125 pe	6 116 pe
○ 2006	→	Årsbasis	2 950 pe	1 760 pe
	→	Max prøve	11 970 pe	6 955 pe

- Dimensjoneringsgrunnlag i gjeldande planar:
 - Bustader

	150 stk	
Reserve	30 stk	540 pe
 - Fritidsbustader

Godkjente planar		
Private	1 700 stk	
I næring	180 stk	7 520 pe
 - Hotell

	150 rom	450 pe
Sum		avr. 8 500 pe.
 - Hydraulisk kapasitet

$Q_{dim} = 75 \text{ m}^3/\text{h.}$

2.2 Ørnefjellsmoen renseanlegg:

- Dimensjoneringsgrunnlag i gjeldande planar:
 - Bustader

	10 stk	
Reserve	10 stk	60 pe
 - Fritidsbustader

Godkjente planar		
Private	1 400 stk	5 600 pe
 - Reserve

Næring/Busetnad		240 pe.
Sum		avr. 5 900 pe.
 - Hydraulisk kapasitet

$Q_{dim} = 54 \text{ m}^3/\text{h.}$

2.3 Hartevatn renseanlegg:

- Dimensjoneringsgrunnlag i gjeldande planar:
 - Bustader

	160 stk	
Reserve	40 stk	600 pe
 - Fritidsbustader

Godkjente planar		
Private	3 100 stk	
I næring	180 stk	13 120 pe
 - Hotell

	150 rom	450 pe.
--	---------	---------
 - Reserve

Næring/Busetnad		240 pe.
Sum		avr. 14 400 pe.
 - Hydraulisk kapasitet

$Q_{dim} = 118 \text{ m}^3/\text{h.}$

3.0 ALTERNATIVE LØYSINGAR

3.1 Hovden renseanlegg

Utsleppsløyve:

Bykle kommune har løyve til utslepp av avløpsvatn frå Hovden til Hartevatn etter rensing i mekanisk-kjemisk anlegg.

Aktivitetar og utvikling i rensedistriktet utløyser krav om fornying av utsleppsløyvet, dvs. det må sendast søknad om revisjon/nytt utsleppsløyve for anlegget. Fylkesmannen er forurensingsmyndighet.

Krav / Prosessval:

Som nemnt i pkt. 1 er det i gjeldande regelverk krav knytt til utslepp av organisk stoff. Kravet er knytt til utsleppskvaliteten og ikkje til prosessen, men det inneber normalt behov for biologisk trinn. Dette er ikkje installert på Hovden renseanlegg. Det er ikkje tilrådeleg å gjera større tiltak og investeringar i anlegget utan å bygge inn eit slikt rensetrinn.

Konklusjon: Ein arbeider vidare med at anlegget skal utstyrt med biologisk trinn.

Hydraulisk kapasitet:

Det er dimensjoneringsmessig nødvendig å auke hydraulisk kapasitet med ~ 40 % og det er nødvendig å legge til rette for handtering av vesentleg større slammengder enn i dag.

Prosessdelen må utvidast med 130 – 150 m². Det er likevel ikkje berre å sette opp eit enkelt tilbygg. Ein må kunne fordele vassmengdene hydraulisk tilfredsstillande og syte for ein rasjonell plassering av dei ulike prosesseiningane i høve til kvarandre. Dette krev difor også ombygging i eksisterande anlegg for å oppnå eit prosess- og driftsmessig rasjonelt og tilfredsstillande anlegg. Korleis ein konkret skal løyse dette, er ikkje sett på i denne sammenheng.

Plassering og arealbruk:

Etter at Hovden renseanlegg vart bygd på tidleg 80-tal har utviklinga ført til at anlegget nå ligg svært sentrumsnært med Hovdestøylen og friområdet Hegni som næraste naboar. Avløpsrenseanlegg er ikkje ein nabo nokon drøymmer om å få. Sjølv om miljølempar kan handterast, og blir handtert bra med tekniske tiltak og god drift, vil det alltid vera risiko for episodar der forholdet mellom anlegget og nærmiljøet blir sett på alvorlege prøver.

Konklusjon:

Etter ei samla vurdering av dei forhold som det er gjort greie for her, finn ein at anlegget bør totalrenoverast og ein kalkulerar kostnader for ei nytt anlegg.

3.2. Ørnefjellmoen renseanlegg

Utsleppsløyve:

Fylkesmannen i Aust-Agder ved brev av 25.04.07 gjeve Bykle kommune løyve til utslepp av avløpsvatn frå Midtregionen til Vatnedalsvatnet etter rensing.

Krav / Prosessval:

Som nemnt i pkt. 1 er det i gjeldande regelverk krav knytt til utslepp av organisk stoff. Kravet er knytt til utsleppskvaliteten og ikkje til prosessen, men det inneber normalt behov for biologisk trinn. Det er ikkje tilrådeleg å bygge eit nytt anlegg utan å bygge inn eit slikt rensetrinn.

Konklusjon: Ein arbeider vidare med at anlegget skal utstyrt med biologisk trinn.

Hydraulisk kapasitet:

Nødvendige kapasitetar går fram av pkt. 2.0. Dette er/vil bli lagt til grunn ved prosjektering av renseanlegget og det er tatt høgde for i kostnadsoverslag og budsjett for utbygginga i Midtregionen.

Plassering:

Det er i føreliggande planer for Midtregionen sett av plass for Ørnefjellmoen renseanlegg i så vel reguleringsplanen som i dei tekniske planane ein har under arbeid.

3.3 Felles anlegg ved Hartevatn.

Utsleppsløyve:

Bykle kommune må søke om løyve til utslepp av rensa vatn til Hartevatn etter rensing i biologisk-kjemisk anlegg plassert i søndre ende av Hartevatn. Fylkesmannen er forurensingsmyndighet.

Ein har i denne sammenheng hatt møte med fylkesmannen og ein siterar frå møte-referatet som følgjer:

- FMVA er klar på at Hartevatn er å sjå som ein god resipient og utsleppsløyve vil bli gjeve, men det vil vera nødvendig å vurdere utsleppsstad og -djup sett i forhold til lokale ulemper ved utsleppspunktet.
- FMVA forutset at det som grunnlag for søknad om revidert/nytt utsleppsløyve blir gjort ein ny resipientundersøking/oppdatert tilstandsvurdering av Hartevatn.
 - Dette gjev at uansett konklusjon m.o.t. felles/delt anlegg bør kommunen sette i gang arbeidet med ein slik resipientundersøking, evt. med kartlegging av djubder og strømningsforhold i austre del Hartevatn.

Krav / Prosessval:

Som nemnt i pkt. 1 er det i gjeldande regelverk krav knytt til utslepp av organisk stoff. Kravet er knytt til utsleppskvaliteten og ikkje til prosessen, men det inneber normalt behov for biologisk trinn.

Konklusjon: Ein arbeider vidare med at anlegget skal utstyrast med biologisk trinn.

Hydraulisk kapasitet:

Nødvendige kapasitetar går fram av pkt. 2.0. Dette er/vil bli lagt til grunn i det vidare arbeidet.

Plassering og arealbruk:

Ein har ikkje vurdert plassering av anlegget i detalj, men ser for seg regulert industriområde i sørenden av Hartevatn eller halvøya/odden rett nord for Skytesenteret i Badstogviki som dei aktuelle alternativa. I det siste alternativet vil det vera nødvendig å fremje ein reguleringsplan.

Fylkesmannen er oppteken av at det ikkje må skje kortslutning direkte frå utslepp til overløp i Otra og utsleppet må difor under alle omstende førast nord for odden/øya ut for Badstogviki.

Tekniske konsekvensar.

Dersom ein vel å bygge felles renseanlegg, må ein tilrettelegge ledningsanlegget i høve til noverande planar for Midtregionen som følgjer:

- Vassforsyning.
Det ligg i planane at ein skal hente vatn til Midtregionen frå Hovden vassverk, m.a. med hovudledning i Hartevatn og langs RV-9 til Nordli. Dette er uavhengig av valalternativ.

- Avløp.
 - I all hovudsak vil det ikkje bli aktuelt å opparbeide andre/nye grøftetracéar.
 - Det må etablerast pumpestasjonar i området Jeiskeli, Nordli for å transportere vatnet nordover. På Ørnefjellmoen må det byggast ein hovedpumpestasjon. Det same er det kalkulert med nor for Nordli for transport mot Hartevatn. Stasjonane for Tykkås, Solheimsmoen og Badstogedalen får endra dimensjoneringsforutsetningar og delvis plasseringa, men ein ser ikkje at det skal vera nødvendig med nye stasjonar.
 - Transportanlegg til Vatnedalsdammen og utsleppsledning i Vatnedalsvatnet kan utgå, men alle alternativ krev eit utsleppsarrangementet og dette er ikkje teke med i kostnadssamanlikninga.

Konklusjon:

I hverande utgreiing vert ikkje anlegget detaljplassert, men ein konstaterar at det på gjeldande grunnlag er mogeleg å etablere eit felles renseanlegg i søndre ende av Hartevatn. Dersom ein gjer eit slikt vedtak, er det nødvendig at ein snarast mogeleg følgjer opp med:

- Vurdering av lokalisering / tomtevalg / evt. nødvendig regulering av areal.
- Oppdatering av NIVA sine undersøkingar i Hartevatn – Kartlegging av status.
- Undersøking av djubde- og strømningsforhold i Hartevatn.
- Utarbeiding av utsleppssøknad for anlegget.

4.0 RESIPIENTVURDERING.

4.1. Forurensingstilførsler.

NIVA gjennomførte i 1989 ei omfattande undersøking av miljøstatus i Hartevatn og mogeleg resipientkapasitet for vidare utvikling i nedslagsfeltet til resipienten. Hartevatn var også med i ei undersøking i 2003 der ein såg på situasjonen i Øvre Otrøg mogeleg resipientkapasitet for utbygginga i Midtregionen.

For utan hygieniske konsekvensar, er utslepp av fosfor den viktigaste faktoren for vurderinga av resipienttilhøve ved utslepp av kommunalt avløpsvatn. Fosfor er minimumsfaktor for biologisk vekst og for store utslepp av fosfor vil på sikt medføre eutrofiering og i verste fall oksygenvikt i ein ferskvannslokalitet. Av undersøkinga i 1989 går det fram at ein har kartlagt utsleppet frå ulike kjelder slik:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Busetnad, fritidsaktivitetar og turisme herunder
10 % lekkasjetap og 95 % renseeffekt på renseanlegg: | 160 kg. fosfor/år. |
| • Avrenning frå jordbruk | 35 kg. fosfor/år |
| • <u>Arealavrenning / Bakgrunnsavrenning</u> | <u>1 350 kg. fosfor/år</u> |
| <u>Samla avrenning 1989</u> | <u>1 545 kg. fosfor/år</u> |

Det er lite som talar for av avrenninga frå jordbruket og arealavrenninga har endra seg vesentleg sidan 1989, men vi har gjort nye berekningar for utslepp frå busetnad, fritidsbebyggelse og turisme..

I resipientsammenheng er det ”langtidsutsleppa” som er interessante og teknisk etat har i samarbeid med Driftsassistansen i Aust-Agder kartlagt korleis tilførslene fordelar seg

over året. Busetnaden er berekna jamnt over året medan tilførsler frå turisme og fritidsbebyggelse jamna ut over året vert redusert til ~ 44 % av dimensjonerande belastning.

På dette grunnlag har vi berekna fosfortilførslene til Hartevatn for planlagt utbyggingsomfang på Hovden/Midtreionen, jfr. pkt. 2.3, som følgjer:

- Busetnad, fritidsaktivitetar og turisme 14 400 pe.
10 % lekkasjetap og 95 % renseseffekt på rensanlegg: 594 kg. fosfor/år.
- Avrenning frå jordbruk 35 kg. fosfor/år
- Arealavrenning / Bakgrunnsavrenning 1 350 kg. fosfor/år
- Samla avrenning etter planlagt utbygging 1 979 kg. fosfor/år

Det er i NIVA sine vurderingar og i berekninga ovanfor gått ut frå 95 % renseseffekt på rensanlegg. På årsbasis kan dette vera optimistisk. Ei tilsvarande berekning basert på 90 % renseseffekt vil gje slikt resultat:

- Busetnad, fritidsaktivitetar og turisme 14 400 pe.
10 % lekkasjetap og 90 % renseseffekt på rensanlegg: 792 kg. fosfor/år.
- Avrenning frå jordbruk 35 kg. fosfor/år
- Arealavrenning / Bakgrunnsavrenning 1 350 kg. fosfor/år
- Samla avrenning etter planlagt utbygging 2 177 kg. fosfor/år

4.2. Resipientkapasitet.

I NIVA sin rapport av 1989 vedk. Hartevatn, vert det konkludert som følgjer:

”Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viser klart at Hartevatn fortsatt er svært næringsfattig. Det ble ikke funnet tegn som tyder på betenkelig belastning fra Hovdenområdet eller det sparsomme jordbruket som drives i nedbørfeltet til Hartevatn. Nåværende tilførsler av fosfor uten rensing ved Hovden rensanlegg ville gitt akseptable forhold i Hartevatn. Det tas forbehold om helt lokale forurensningsulempen ved utslippsstedet. Bunndyrsamfunnet i Hartevatn er klart påvirket av reguleringsinngrepene”.

I rapportane har NIVA også sett på **kritisk grense for fosforutslepp** til Hartevatn. I 1989 har dei berekna resipientkapasiteten til 3 800 kg fosfor/år. Denne er i rapporten frå 2003 redusert til 3 200 kg. fosfor/år.

Dersom ein legg inn desse grensene i tilsvarande berekingar som over får ein eit maksimalt tilrådeleg utbyggingspotensiale på:

	NIVA 1989 – 3 800 kg/år		NIVA 2003 – 3 200 kg/år	
Renseeffekt %	pe	kg/år	pe	kg/år
90	46 000	3 793	34 000	3 180
95	62 000	3 805	46 000	3 191

Konklusjon:

Det er resipientkapasitet i Hartevatn, for utslepp av rensa avløpsvatn frå ei utbygging i Hovden/Midtreionen i det omfang som ligg i føreliggande planar.

5.0 KOSTNADER

Transportanlegget:

Entreprisekostnader er kalkulert som følger:

• Grøfter og rør	Kostnadsreduksjon	kr. 2 030 000
• Pumpestasjonar	Meirkostnad	kr. 3 300 000
	<u>Sum meirkostnad</u>	<u>kr. 1 270 000</u>

Renseanlegg:

Entreprisekostnader er kalkulert som følger:

• Alternativ I – Separate anlegg.		
○ Hovden renseanlegg	75 m ³ /h	kr. 19 625 000
○ Ørnefjellmoen renseanlegg	54 m ³ /h	kr. 17 000 000
○ Riving av eksisterande Hovden renseanlegg		kr. 2 000 000
• Alternativ II – Felles renseanlegg		
○ Felles anlegg ved Hartevatn		kr. 32 700 000

Samla kostnader for vurdering.

Alternativ	Alt I – Separate anlegg	Alt II – Felles anlegg
INVESTERING	Kostnader ekskl. MVA – kr.	
Transportanlegg	0	1 270 000
Renseanlegg:		
- Entreprisekostnader	36 635 000	30 700 000
- Riving av eksist. anlegg	2 000 000	2 000 000
Sum entreprisekostnader	38 635 000	33 970 000
Prosjektering og byggel.	3 850 000	3 300 000
Uforutsett ~ 20 %	7 725 000	6 830 000
Kostn. i alternativet	Avr. 50 200 000	Avr. 44 100 000
DRIFT – VEDLIKEHALD – TILSYN-	Kr/år - Avrunda	
	3,6 mill	2,6 mill

Konklusjon:

Det ligg ein kostnadsreduksjon på ~ 6,0 mill. kr. ekskl. MVA i investering og ~ 1 mill i årlege kostnader til drift vedlikehald og tilsyn i å bygge felles renseanlegg for Hovden og Midtregionen.

6.0 OPPSUMMERING OG TILRÅDING.

6.1 Vurderingar.

Ein konkluderar av det føregåande at bygging av eit felles renseanlegg for Hovden og Midtregionen i søndre ende av Hartevatn er eit realistisk alternativ. Ser ein på ulike positive og negative konsekvensar av å velge eit slikt alternativ, kan ein nemne:

- Eit felles renseanlegg **aukar utslepp** av fosfor i Hartevatn frå ~ 1 860 kg/år til ~ 2 180 kg/år. (Ved 90 % renseeffekt).
- Eit felles renseanlegg vil ha utslepp sør i Hartevatn og vil ikkje føre til utslepp i dei områda i vatnet der fritidsinteressene og –aktivitetane er størst.
- Eit felles renseanlegg frigjer verdifulle, sentrumsnære areal i Hovden.
- Alle renseanlegg krev økonomiske, men også personellmessige ressursar til drift og tilsyn. Eit felles renseanlegg reduserar antall driftspunkt.
- På renseanlegg der turisme og fritidsbustader er dominerande belastningskjelder, er tilfredsstillande drift og stabile renseresultat som følgje av store sesongsvingningar spesielt ressurrekjande.
 - Det er truleg rasjonelt å ”samle” ressursar og omtanke om eit felles renseanlegg framfor to.
 - Hovden rensedistrikt har ein andel fastbuande og ein aktivitet som, året sett under eitt, truleg er jamnare enn i Midtregionen. Dette kan gjera at driftssituasjonen samla sett er enklare med eit felles renseanlegg.
 - Dersom det oppstår svikt på det eit felles anlegg, er sjølvsagt fallhøgda større på eit anlegg eller om eit av to anlegg får problem.
- Kva dersom ei positiv utvikling på lengre sikt overskrir rammene i føreliggande planar?
 - I kap. 4.2 er det sett på kor stor tilførsle av fosfor ein kan akseptere til Hartevatn. Dette er maksimale rammer og ein bør få verifisert situasjonen i dag og kva sikkerhetsmarginar som evt. ligg til grunn.
 - Dersom utbyggingsaktiviteten overskrir akseptable grenser, kan ein sjå for seg alternative løysingar som følgjer:
 - Utløpsvatnet kan etter rensing bli pumpa til utslepp nær pumpestasjonen inne ved Breive. Dette blir i realiteten ei overføring til utslepp i Store Førsvatn og Vatnedalsvatnet.
 - Ein splittar rensedistriktet i Midtregionen, tek opp att søknad/løyve til utslepp i Vatnedalsvatnet og bygger nytt renseanlegg tilpassa aktuelt utbyggingsomfang. Kvar ein skal dele distriktet heng litt sammen med kor trykket kjem, men teknisk sett bør Jeiskelid, Nylund, Nordli og kanskje Tykkås først nordover til Hartevatn. Resten av Midtregionen går då til Vatnedalsvatnet.
- Vassforsyninga til Midtregionen er det etter føreteken vurdering vedtatt å basere på tilknytning til Hovden Vassverk. Dette er ei fornuftig og rasjonell løysing, men med den aktiviteten som ein ser i føreliggande planar, må ein ha ein sikker beredskap/reserveforsyning dersom ting skulle skje i kjelde eller anlegg i ein høgbelasta periode. Det er såleis viktig å sikre uttaksretten og gjera nødvendige klausuleringsvedtak for å sikre tilsigsområdet rundt grunnvannsbrønnane i Midtregionen.

6.2. *Tilråding.*

Ut frå dei miljøvurderingar og teknisk/økonomiske berekningar som er gjort rår ein til følgjande:

1. Det vert bygd felles renseanlegg i søndre ende av Hartevatn.
2. Det vert sett i gang ei vurdering av lokalisering/tomtevalg og evt. nødvendig regulering av areal vert starta opp
3. Det vert sett i gang undersøkingar i Hartevatn med sikte på å
 - a. Framskaffe oppdatert status vedk. miljøtilstand.
 - b. Resipientkapasitet
 - c. Djubde- og strømningsforhold med sikte på å finne best utsleppsstad.
4. Det vert utarbeidd og fremja ny utsleppssøknad.
5. Ein førebur og gjennomfører nødvendige arbeid for sikring av vasskjelde i Midtregionen og syter for godkjenning i Mattilsynet.

Seljord, 21.08.07
TVEITEN AS
Rådgivende ingeniører



Jørund Ofte

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

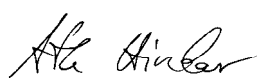
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Vannøkologisk status og resipientkapasitet i Øvre Otra med reguleringsmagasiner i forbindelse med avløp fra økt hyttebygging.	Løpenr. (for bestilling) 4646-2003	Dato 4. april 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21808	Sider Pris 48
Forfatter(e) Atle Hindar, Stein W. Johansen, Torleif Bækken og Pål Brettum	Fagområde Eutrofi-ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bykle kommune	Oppdragsreferanse Brev av 29.10.01 (Sørlandskonsult)
-----------------------------------	--

<p>Sammendrag</p> <p>Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningsåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Utbyggingen vil medføre 3000 pe til et renseanlegg med mekanisk/kjemisk primærfelling og eksisterende hytter vil bli koplet på. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra. Økologisk status i Hartevatn, Vatndalsvatn, Botsvatn og øvre deler av Otra (oppstrøms Bykle) er bestemt eller indikert. Resipientkapasitet og endringer i næringsstofftilførsler som følge av utbyggingsplanene er beregnet. Vatndalsvatn er et godt alternativ som resipient.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vannkjemi Økologisk status Resipientkapasitet Avløp 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Water chemistry Ecological status Resipient capacity Discharge
---	--



Atle Hindar
Prosjektleder

Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder

Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

**Økologisk status og resipientkapasitet i Øvre Otra
med reguleringsmagasiner i forbindelse med avløp
fra økt hyttebygging**

Forord

I brev fra Sørlandsconsult AS av 15. august 2001 bes det om et programforslag for resipientundersøkelse i forbindelse med utslippstillatelse for midtregionen i Bykle kommune, dvs. området mellom Hartevatn og Hoslemo. NIVA leverte prosjektforslag den 31. august 2001. Programmet ble noe revidert etter møte i Bykle Rådhus den 22. oktober 2001.

Sørlandskonsult har oversendt data om tilførsler til de ulike resipienter, mens NIVA har analysert effekten av eksisterende og mulige utslipp av fosfor, nitrogen, organisk stoff og bakterier. Sørlandskonsult har også skaffet data om regulering av magasinene og minstevannføringer.

Mye av feltarbeidet er gjennom ført av Trygve Gjerd en og Kjell Atle Thorbjørnsen i Bykle kommune. Rolf Hø gberget fra NIVA var med på første prøvetakingsrunde i oktober og ga nødvendig instruksjon.

Alle vannkjemiske og biologiske prøver er analysert av NIVA, mens bakterieprøver er analysert ved AnalyCen i Arendal.

Arne Rønholt har vært kontaktperson i Sørlandskonsult.

Grimstad, 4. april 2003

Atle Hindar

Innhold

Sammendrag	7
1. Bakgrunn	8
2. Lokalteter og hydrologi	9
3. Vannøkologisk og hygienisk status	11
3.1 Vannkjemi og bakteriologi	11
3.1.1 Stasjonsvalg og analyser	11
3.1.2 Resultater vannkjemi og klorofyll	12
3.1.3 Resultater bakteriologi	15
3.2 Planteplankton i innsjøene	16
3.2.1 Botsvatn	16
3.2.2 Vatndalsvatn	16
3.2.3 Hartevatn	17
3.3 Vannvegetasjon og bunndyr i Øvre Otra	19
3.3.1 Materiale og metoder	19
3.3.2 Generelt om begroing	20
3.3.3 Generelt om bunndyr	21
3.3.4 Resultater begroing	22
3.3.5 Resultater bunndyr	26
4. Forurensningsbelastning	30
4.1 Tilførselsdata	30
4.2 Nåværende belastning	30
4.3 Framtidig belastning	30
5. Resipientkapasitet	32
5.1 Fosforbelastningsmodell	32
5.2 Kritiske fosfornivåer	33
5.3 Resipientkapasitet	33

6. Anbefalinger	34
7. Referanser	35
Vedlegg A. Vannkjemi	36
Vedlegg B. Planteplankton	39
Vedlegg C. Vannvegetasjon	43
Vedlegg D. Bakteriologi	47
Vedlegg E. SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann	48

Sammendrag

Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Hyttene på de nye feltene vil få høy standard med fullt utbygd sanitæranlegg. Det planlegges et renseanlegg i tilknytning til utbyggingen. Mange hytter i allerede eksisterende hyttefelt i nærliggende områder vil også knytte seg til dette renseanlegget. Det antas at utbyggingen vil medføre 3000 pe til renseanlegget. Renseanlegget planlegges med mekanisk/kjemisk primærfelling. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er sterkt regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra.

NIVAs anbefalinger bygger kun på de beregninger og vurderinger som er gjort av økologisk status i Hartevatn, Vatndalsvatn, Botsvatn og øvre deler av Otra (oppstrøms Bykle). Resipientkapasitet og endringer i næringsstofftilførsler som følge av utbyggingsplanene er beregnet.

Vi har vurdert den økologiske statusen som svært god i Hartevatn. Vannkjemiske og biologiske forhold viser svært næringsfattige samfunn her og i de to andre reguleringsmagasinene. Status er trolig ikke vesentlig annerledes enn situasjonen ville vært uten menneskeskapte tilførsler. I Otra, både i tilløp Hartevatn og på strekningen Hartevatn-Stavenesbrua, er også status god.

Resipientkapasiteten er ikke overskredet i noen av lokalitetene, men minstevannføringsbestemmelsene i Otra på hele strekningen er satt svært lavt. Det medfører at en ved en så stor utbygging som det her er snakk om bør søke etter andre resipienter enn Otra. Bykle kommune har tatt konsekvensen av dette, og søker om å utnytte Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn til formålet.

Beregningene viser at en teoretisk sett får en mindre totalbelastning av fosfor ved bruk av et planlagt kjemisk renseanlegg. Selv om beregningene kunne friste til direkte utslipp i Otra, vil vi ikke anbefale dette fordi uhell eller dårlig drift kan gi en større tilførsel i perioder. Dette taler for at anleggets avløp går til Vatndalsvatnet. Med den marginale endringen vi har beregnet i fosforkonsentrasjon her og i Botsvatn er dette helt klart et godt alternativ.

1. Bakgrunn

Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Hyttene på de nye feltene vil få høy standard med fullt utbygd sanitæranlegg. Det planlegges et renseanlegg i tilknytning til utbyggingen. Mange hytter i allerede eksisterende hyttefelt i nærliggende områder vil også knytte seg til dette renseanlegget. Det antas at utbyggingen vil medføre 3000 pe til renseanlegget. Renseanlegget planlegges med mekanisk/kjemisk primærfelling. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er sterkt regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra.

Otra har vært undersøkt i ulike sammenhenger gjennom en årrekke. Temaer har vært forsurening, kraftregulering, industriutslipp (nedre del), resipientkapasitet og tilgroing, se oversikt i Kaste og Håvardstun (1998). Hindar m.fl. (1990) vurderte resipientkapasiteten i Hartevatn i forbindelse med utslipp fra Hovdenområdet. Kaste og Håvardstun (1998) rapporterte data fra Hartevatn og Midtregionen i forbindelse med rullerende overvåking på oppdrag fra kommunene Bykle, Valle, Bygland, Evje og Hornnes, samt Iveland. Bækken og Romstad (2001) vurderte resipientforholdene i Otra i forbindelse med planlagt utbygging av turistsenter ved Ørnefjell mellom Hartevatn og utløp Løyningåni.

Fra Hindar m.fl. (1990): ”Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viser klart at Hartevatn fortsatt er svært næringsfattig. Det ble ikke funnet tegn som tyder på betenkelig belastning fra Hovdenområdet eller det sparsomme jordbruket som drives i nedbørfeltet til Hartevatn. Nåværende tilførsler av fosfor uten rensing ved Hovden renseanlegg ville gi akseptable forhold i Hartevatn. Det tas forbehold om helt lokale forurensningsulemper ved utslippsstedet. Bunndyrsamfunnet i Hartevatn er klart påvirket av reguleringsinngrepene.” Undersøkelsene til Kaste og Håvardstun (1998) bekreftet dette generelle inntrykket av Hartevatn.

Fra Bækken og Romstad (2001): ”Øvre Otra ved utløpet av Hartevatn har lav resipientkapasitet. Forurensningstilførslene fra renseanlegget kan i perioder med minstevannføring medføre øket uønsket algebegroing og høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB). For å øke resipientkapasiteten anbefales det å øke minstevannføring i perioder med full belastning på renseanlegget. Alternativt kan avløpet ledes til en sterkere resipient. Under naturlige vannføringsforhold ville ikke forurensningen fra renseanlegget skapt vesentlige forurensningsproblemer.”

Dette resultatet danner noe av bakgrunnen for denne undersøkelsen, blant annet ønsker en å finne fram til om Vatndalsmagasinet og Botsvatn er egnet som resipient for avløpet fra dette renseanlegget. I tillegg ønsker en å finne ut om Otra på strekningen Berdalsbru-Hoslemo kan ta imot avløpsvann etter enkel rensing fra spredt bebyggelse.

Målsettingen med undersøkelsen er også å finne ut i hvilken grad det har skjedd en vannkjemisk og biologisk endring i Hartevatn i løpet av de drøyt 10 år som er gått siden NIVA gjorde tilsvarende undersøkelser. Det gis anbefalinger knyttet til forholdet mellom nåværende resipientkapasitet og planlagt belastning. Den økologiske status i elveavsnitt og innsjøer danner grunnlag for å vurdere sårbarhet og kan være basis for en framtidig overvåkingsundersøkelse.

2. Lokalteter og hydrologi

I denne rapporten behandles innsjøer/reguleringsmagasiner og elveavsnitt i øvre deler av Otra, se oversikten i **Tabell 1**. Tilløpet til Hartevatn er stekt redusert ved at avrenningen fra nesten halvparten av det 459 km² store nedbørfeltet, tilsvarende 241 mill. m³/år er overført til Vatndalsvatn via Store Førsvatn. Mye av dette tas direkte fra oppstrøms beliggende Sæsvatn og Breidvatn, men også direkte fra Hartevatn. Dette gir grovt en dobling av vannets teoretiske oppholdstid i Hartevatn.

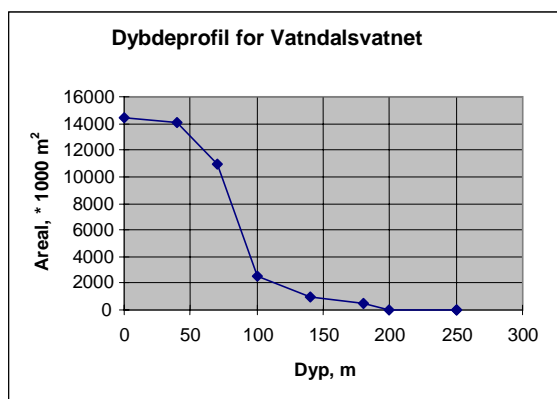
Tabell 1. Data for lokaliteter som behandles i denne undersøkelsen. Data er fra Agder Energi v/Ole Morten Egeland, Hindar m.fl. (1990) og NVEs nettsider (www.nve.no).

Lokalitet	Middeldyp m	Reg.høyde m	Volum mill. m ³	Årlig tilsig mill. m ³	Tilsig tatt vekk mill. m ³	Opph.tid nå år
Hartevatn	10,7	1,6	45,6	612,7	241	0,16
Vatndalsmagasinet*		140	1150			1
Botsvatn*		56	296			0,25

* gjelder reguleringsmagasinet

Lokalitet/periode	Minstevannføring m ³ /s
Otra utløp Hartevatn	
15.juni-15.sept.	2,0
15.sept.-15.juni	0,5
Otra ved Hoslemo	
15.juni-15.sept.	4,0
15.sept.-15.juni	2,0

Reguleringshøyden er 1,6 meter i Hartevatn, men langt større i de to hovedmagasinene Vatndalsvatn og Botsvatn. Det er opplyst at oppholdstiden for selve reguleringsmagasinet, dvs. den delen av magasinet som ligger mellom høyeste og laveste regulerte vannstand, er hhv. 1,0 og 0,25 år i de to hovedmagasinene. Reguleringsmagasinet i Vatndalsvatn utgjøres av de øverste 140 meter og er på 1150 mill. m³. De øverste 40 m utgjør 50% av magasinvolumet. Under forutsetning av at vannets største dyp er på 200 m, er det konstruert en kurve (**Figur 1**) som viser areal-dypprofilen til hele Vatndalsvatnet. En beregning som er utført med dette som grunnlag gir en teoretisk oppholdstid på 1,09 år, som er noe lengere enn for magasinet alene.

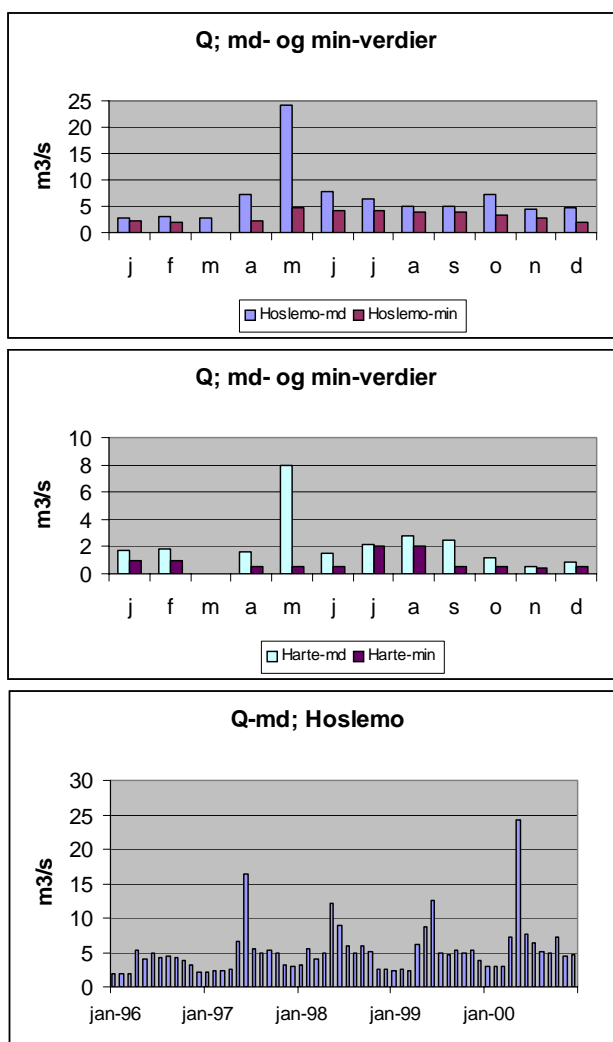


Figur 1. Konstruert areal-dypprofil (hypsografisk kurve) for Vatndalsvatnet. Overflatearealet er 14,4 km² (14400*1000 m²).

For naturlig vannføring før regulering og beregnet regulert vannføring er det hentet data fra "3074 skjønn øvre Otra, Redegjørelse nr. 4., Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevatn-Sarvsfossen, Datert 25. mars 1980" (Ræstad og Østvold 1980).

Ved reguleringen ble det fastlagt minstevannføring på $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ut i Otra fra Hartevatn i vinterperioden fra 15. september til 15. juni. Om sommeren skal minstevannføringen her være $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved Hoslemoen vannmerke, etter innløp av blant annet Geiskeliåni, Løyningåni og Tveråni, skal minstevannføringen være $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ fra snøsmeltingen begynner til 15. oktober. Fra 15. oktober til snøsmeltingen begynner skal minstevannføringen her være $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bækken og Romstad (2001) har presentert data som viser endringer i vannføringsregime på denne strekningen av Otra etter reguleringen. Her er tatt med middel- og minimumsverdier for Otrastasjonene ved utløp Hartevatn og ved Hoslemo (**Figur 2**) for å vise at vannføringen over året ved begge stasjoner ligger nært opp til de konsesjonsbestemte minimumsgrensene. Minstevannføringsregimet må derfor betraktes som generelle nivåer for vannføringen.



Figur 2. Månedsmiddel (md)- og -minimums (min)-verdier for døgnvannføring for Otra-stasjonene ved utløp Hartevatn og ved Hoslemo for år 2000 (øverst) og perioden 1996-2000 (nederst; bare Hoslemo). Vannføringen ligger nær konsesjonsgrensene for minimumsvannføring. Unntak er under snøsmeltingen i mai-juni da vannføringen som regel 2-5-dobles.

3. Vannøkologisk og hygienisk status

3.1 Vannkjemi og bakteriologi

3.1.1 Stasjonsvalg og analyser

Stasjonsvalg og undersøkelsesopplegg er gitt i **Tabell 2**, og kart over området er vist i **Figur 3**. Alle vannkjemiske analyser er utført etter standard analysemetoder på NIVA, mens de bakteriologiske prøvene er utført ved AnalyCen i Arendal.

Tabell 2. Oversikt over stasjoner og planlagt undersøkelsesopplegg* for vannkjemi og bakteriologi.

St. navn	St.nr.	UTM ØV-NS	Vannkjemi**		Bakteriologi
			Serie	Frekv ggr/år	
Otra, Hartev.ut	1	4085-65995	a	12	x
Otra, Steinsland	2	4098-65926	a	12	x
Otra, Stavenes bru	4	4072-65814	a	12	x
Otra, Hartev.inn	5	4074-66030	a	12	x
Hartevatn, hovedst.***	6	4071-66015	b	6	x
Hartevatn, badestrand	7	4075-66028		6	x
Vatndalsmag. 8		4068-65926	b	3	
Botsvatn 9		4012-65800	b	3	

*Det gjennomførte opplegget for vannkjemi og bakteriologi fulgte ikke planen på alle punkter, se resultatkapittelet.

**Vannkjemi serie a) tot P, tot N; b) pH, turbiditet, farge, tot P, tot N, nitrat, klorofyll-a

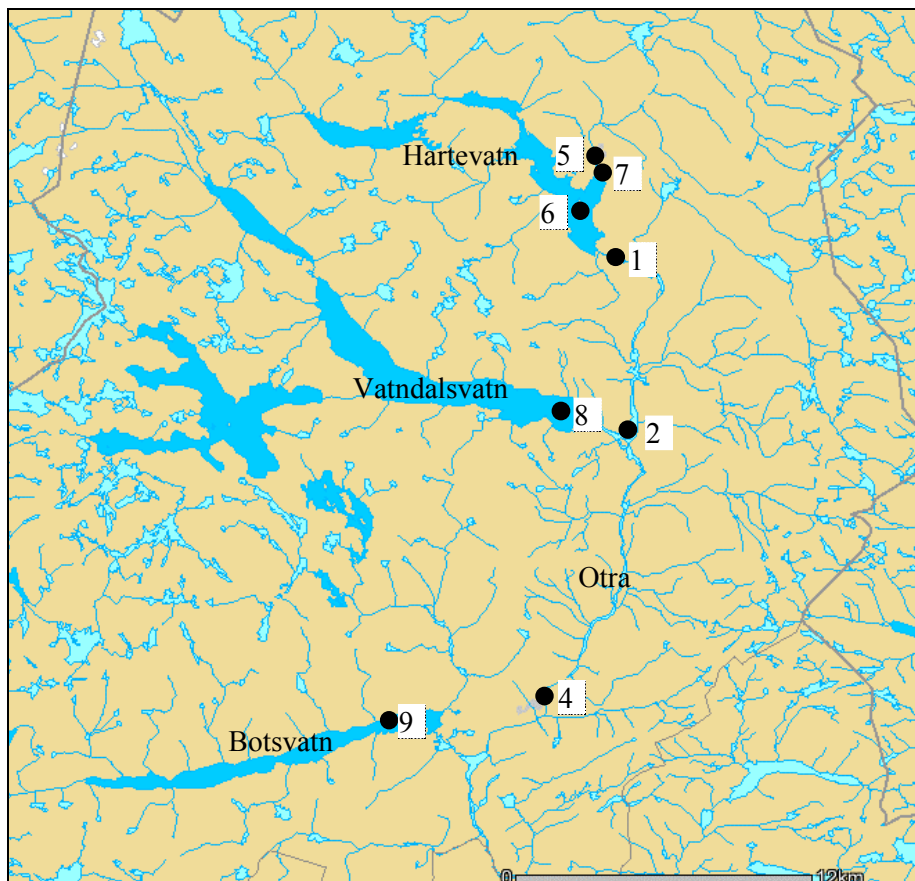
*** Ved slutten av sommerstagnasjonen (i september), tas det en vertikal prøveserie for vannkjemi bestående av 5 prøver jevnt fordelt med dypet. Dypeste prøve tas ca 10 m over bunnen. Disse prøvene analyseres på total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat, ammonium, samt oksygen.

Hartevatn

Det ble tatt vannkemiske prøver i Hartevatn fra sjiktet 0-10m hver måned fra mai 2002 til og med oktober 2002 med unntak av juli måned (totalt fem ganger). Prøvene er analysert på pH, turbiditet, farge, total fosfor, total nitrogen, nitrat, klorofyll-a, og kvantitativt planteplankton. I felt er det målt farge og siktedyp. Etter oppsatt plan skulle det vært tatt bakterieprøver fra overflatelaget og fra badestrand ved renseanlegget, men det ble kun tatt bakterieprøver to ganger (august og september) i Hartevatn og ingen fra badestranden i løpet av prøveperioden. Ved slutten av sommerstagnasjonen skulle det vært tatt en vertikal prøveserie bestående av 5 prøver jevnt fordelt med dypet. Det ble imidlertid bare tatt en blandprøve (0-10 m) den 30. september 2002. Prøvene ble analysert på total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat, ammonium. Oksygenprøver fra alle dyp ble tatt 1. oktober.

Otra

Ved følgende fire stasjoner: innløpet til Hartevatn (Otra), utløpet av Hartevatn, Steinsland ca. 7 km nedstrøms Hartevatn og ved Stavenes (ovenfor Bykle sentrum) er det tatt prøver totalt åtte ganger (fra oktober 2001 til oktober 2002). Det ble ikke tatt prøver i vintermånedene og i juli. Prøvene ble analysert for total fosfor og total nitrogen. Det ble tatt prøver for analyse av bakterier totalt sju ganger fra disse fire stasjonene. På strekningen Hartevatn-Berdalsbru ble det foretatt en befaring i slutten av september 2002, hvor det ble tatt prøver av algebegroing, moser, makrovegetasjon og bunndyr ved 4 stasjoner.



Figur 3. Kart over prøvetakingsstasjonene for vannkjemi (kartgrunnlag fra NVE Atlas). Stasjon 5 og 7 er ved Hovden, mens stasjon 4 er nord for Bykle sentrum.

Vatndalsvatn og Botsvatn

Her ble det gjennomført en forenklet undersøkelse (reduert hyppighet). I innsjøene ble det tatt blandprøver fra sjiktet 0-10m i oktober 2001, samt juni og september 2002. I felt ble det målt siktedyp i Botsvatn i 2002. Prøvene ble analysert mht. pH, turbiditet, farge, total fosfor, total nitrogen, nitrat, klorofyll-a, og kvantitativt planteplankton.

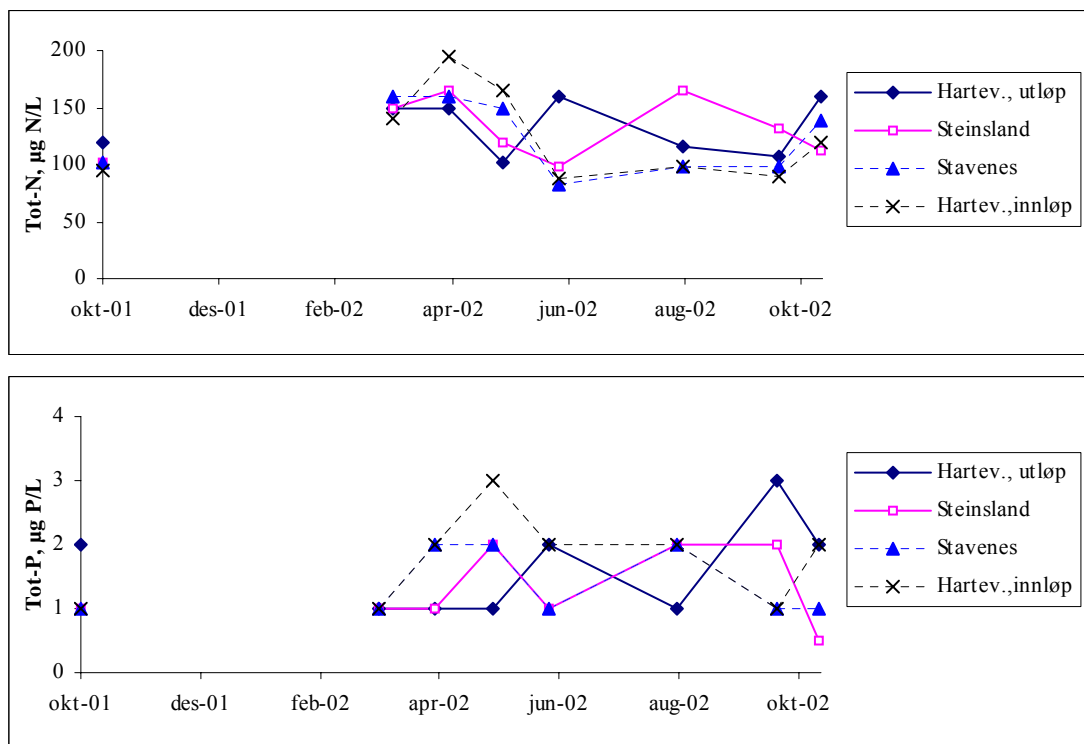
3.1.2 Resultater vannkjemi og klorofyll

Alle analysedata er gitt i vedlegg bak i rapporten. Vannkvalitetsvurderingen er gjort ved å sammenholde innsamlede data i denne undersøkelsen med SFTs vannkvalitetsnormer. I tillegg er det sammenliknet med tidligere undersøkelser. I og med at det ikke foreligger sammenhengende overvåking er det ikke mulig å beregne trender, men tidligere og nåværende status er beskrevet.

Fosfor er oftest det næringssaltet som begrenser planteveksten i ferskvann. I øvre Otra er fosforkonsentrasjonen naturlig meget lav, med middelverdi for total fosfor for alle de fire stasjonene på 1,5 $\mu\text{g P/l}$ (**Figur 4**). 1-2 $\mu\text{g P/l}$ er registrert i tidligere undersøkelser (Kaste og Håvardstun 1998). Konsentrasjonen av total nitrogen var i området 80-200 $\mu\text{g/L}$, som er svært lavt.

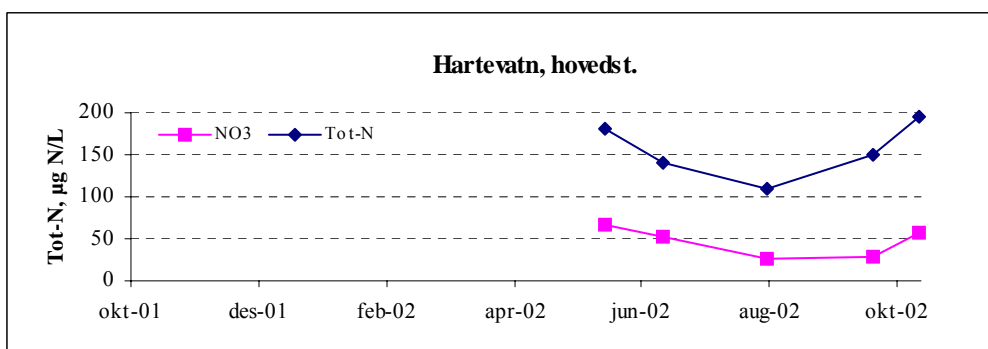
I Hartevatn var konsentrasjonen på slutten av 1980-tallet 2,3 $\mu\text{g P/L}$ i middel for perioden juni-oktober og for to stasjoner (Hindar m.fl. 1990). I denne undersøkelsen var middelkonsentrasjonen 2,2 $\mu\text{g P/L}$ for blandprøver fra 0-10 m på en stasjon i Hartevatn i perioden mai-oktober. Middelkonsentrasjonene i Vatndalsvatn og Botsvatn var hhv. 3,0 og 2,3 $\mu\text{g P/L}$.

Øvre grenseverdi for "meget god" vannkvalitet (tilstandsklasse I) med hensyn på totalt fosfor er satt til $< 7 \mu\text{g P/L}$ (Andersen m.fl. 1997). Øvre Otra er imidlertid en høyfjellsresipient der denne konsentrasjonen blir en betydelig konsentrasjonsøkning i forhold til naturlig bakgrunn. En bør derfor søke å ha lavere konsentrasjoner enn dette.



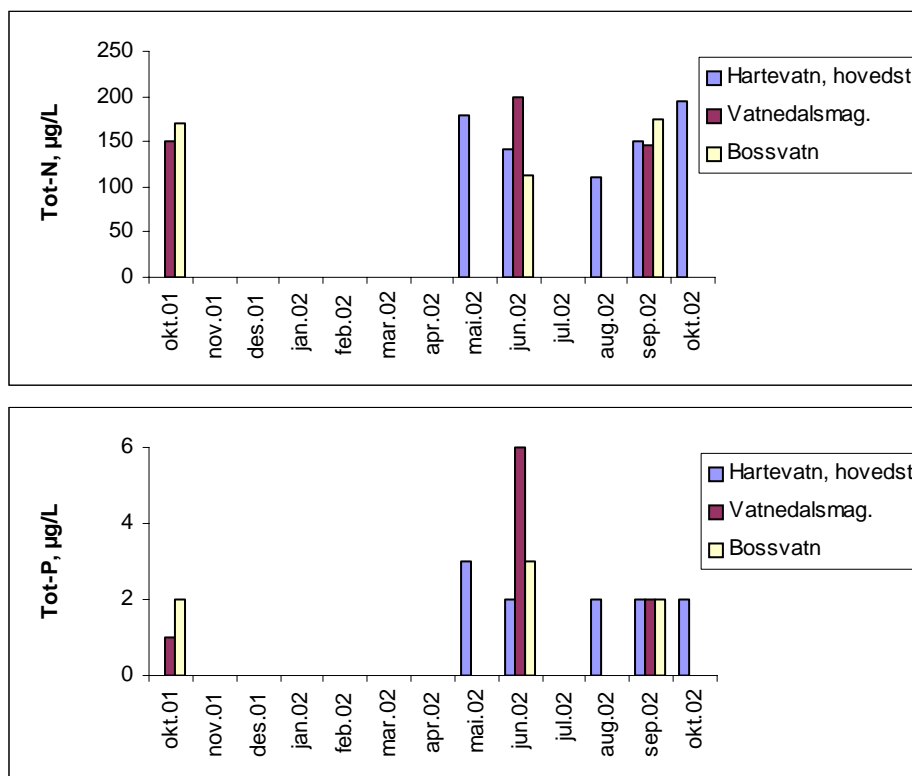
Figur 4. Total nitrogen og total fosfor for de fire stasjonene i Øvre Otra, oktober 2001 og i 2002.

Nitratkonsentrasjonen i Hartevatn var noe over $100 \mu\text{g N/L}$ i juni 1989, og avtok utover sommeren til $60\text{--}70 \mu\text{g/L}$ (Hindar m.fl. 1990). Konsentrasjonen av total nitrogen var omlag dobbelt så stor. Differansen kan i det vesentligste tilskrives organisk bundet nitrogen. I juni 2002 ble det registrert langt lavere nitratverdi ($52 \mu\text{g N/L}$) sammenlignet med verdien fra 1989, og denne sank ytterligere til $27\text{--}28 \mu\text{g N/L}$ på seinsommeren før den steg til omlag $50 \mu\text{g N/L}$ i oktober. Konsentrasjonen av total nitrogen lå i området $110\text{--}195 \mu\text{g N/L}$ (**Figur 5**), og dette gir omlag samme konsentrasjon av organisk nitrogen som for 13 år siden.

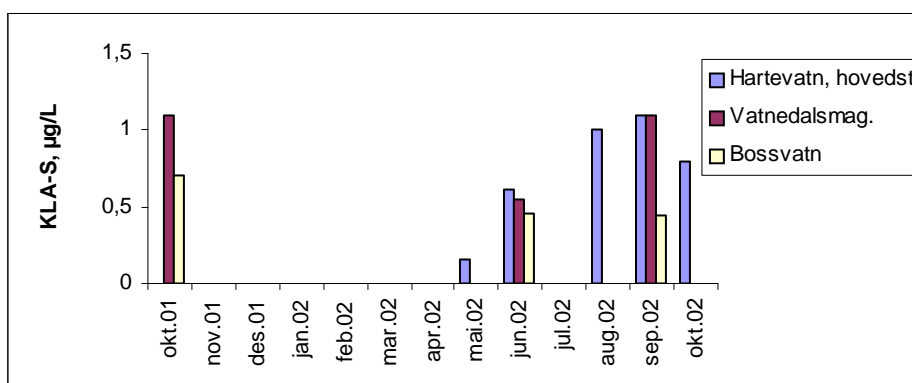


Figur 5. Total nitrogen og nitrat ($\mu\text{g N/L}$) i Hartevatn i 2002.

De målte fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i de tre innsjøene (**Figur 6**) viser at vannkvaliteten kan karakteriseres som svært næringsfattig. Dette skulle gi grunnlag for et sparsomt utviklet planteplankton og dermed lave klorofyllverdier, noe som også ble funnet med maksimalverdi for klorofyll på 1,1 µg/L i Hartevatn og Vatndalsmagasinet og 0,7 µg/L i Botsvatn (**Figur 7**). Det var heller ikke tegn til oksygensvikt ned til 10 meter den 1. oktober 2002.



Figur 6. Total nitrogen og total fosfor for Hartevatn, Vatndalsmagasinet og Botsvatn, oktober 2001-oktober 2002.



Figur 7. Klorofyll-a for Hartevatn, Vatndalsmagasinet og Botsvatn, oktober 2001-oktober 2002.

På bakgrunn av resultater for næringssalter, surhet (pH) og klorofyll er tilstanden i disse vannforekomstene god til meget god ifølge SFTs veileder. Siden tilstanden kan betraktes som nær naturtilstand, er den vannkjemiske statusen svært god (beste kasse) i forhold til EUs vanddirektiv.

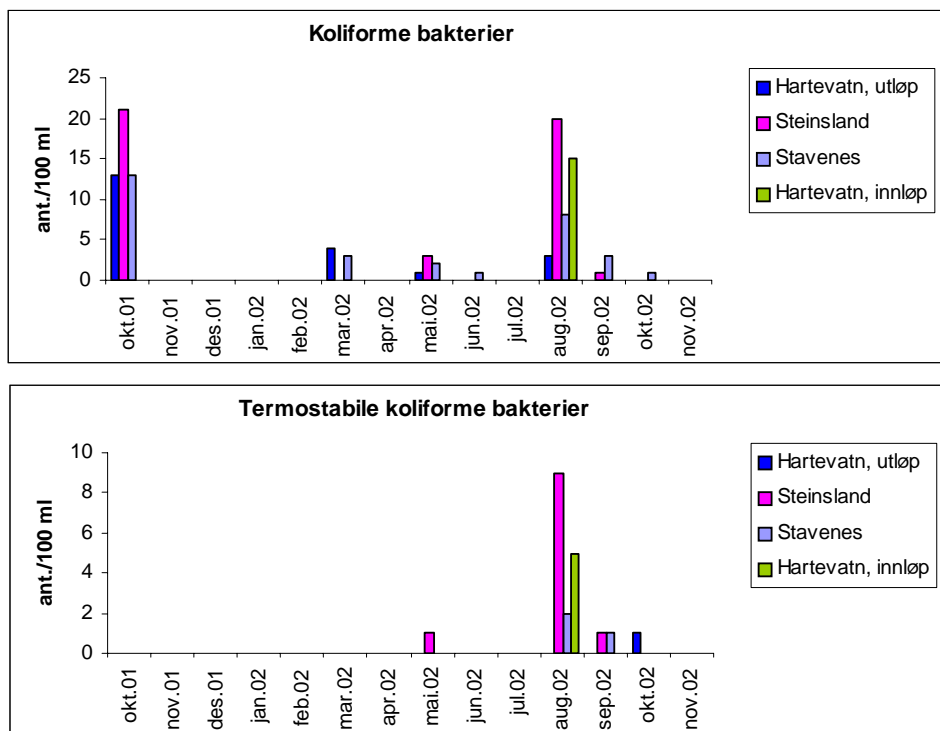
3.1.3 Resultater bakteriologi

Primærtabell for de bakteriologiske analysene samt SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann (Andersen m.fl. 1997) er gitt i vedlegg bak i rapporten. Resultater for stasjonene i øvre Otra er presentert i **Figur 8** og **Figur 9**. Stasjonene Hartevatn, inn- og utløp samt Stavenes hadde enten ikke påvist termostabile koliforme bakterier eller et lavt innhold i de syv prøvene som ble tatt fra oktober 2001 til oktober 2002. Disse stasjonene kommer i Tilstandsklasse I ”Meget god” i hht. SFTs klassifisering av vannkvalitet. Steinsland hadde også lave bakteriologiske verdier med unntak av prøven fra 12. august 2002, hvor verdien var 9 TKB/100 ml. Siden middelverdien er under 5 TKB/100 ml er også denne stasjonen i Tilstandsklasse I.

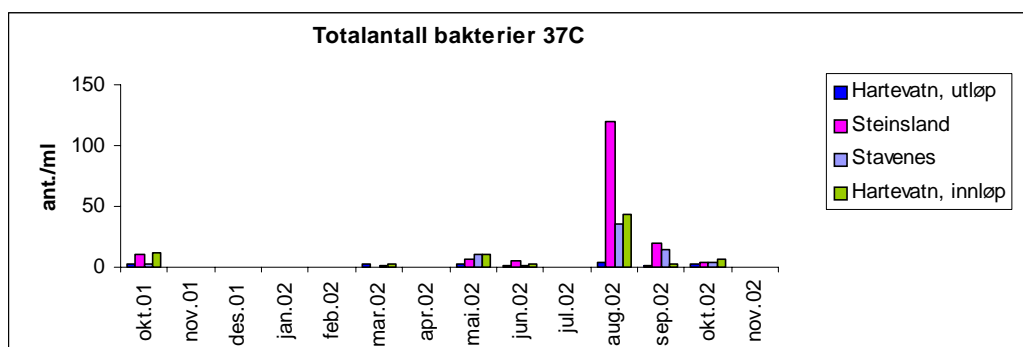
I følge oppsatt analyseprogram skulle det tas bakteriologiske prøver fra stasjonene; Hartevatn, utløp, Steinsland, Stavenes, Hartevatn, innløp, Hartevatn, hovedstasjon og Hartevatn, badestrand. Det ble imidlertid ikke tatt bakteriologiske prøver fra Hartevatn, badestrand (st.7) i løpet av prosjektperioden.

Totalantall bakterier ved både 22°C og 37°C var generelt lavt ved de fire stasjonene i øvre Otra. Det var kun enkeltregistreringer med noe høyere verdier for totalantall bakterier ved 22°C, som Steinsland med maksimalverdi på 700/ml (12.8.2002). Stavenes hadde maksimalverdi på 800/ml og Hartevatn, innløp 840/ml, begge i prøver fra 13.5.2002, mens stasjonen ved Hartevatn, utløp kun hadde en maksimalverdi på 320/ml. Totalantall bakterier ved 37°C var en god del lavere enn ved 22°C, og maksimalverdien for disse fire stasjonene ble registrert ved Steinsland 12.8.2002 med 120/ml.

Stasjonen Hartevatn, hovedstasjon ble prøvetatt 12.8 og 30.9 i 2002, og det ble ved disse prøvetakingene ikke påvist verken koliforme eller termostabile koliforme bakterier. Totalantall bakterier ved både 22°C og 37°C var også lavt i disse prøvene, med maksimal antall på 200/ml. Det er imidlertid et svært lite grunnlag med kun to prøver på ettersommeren/tidlig høst for å kunne si noe om den bakterielle tilstanden ved stasjonen.



Figur 8. Koliforme og termostabile koliforme bakterier pr. 100ml ved elvestasjoner i prosjektperioden. NB! Forskjellig skala i figurene.



Figur 9. Totalantall bakterier pr. ml ved 37°C ved elvestasjoner i prosjektperioden.

3.2 Planteplankton i innsjøene

Det ble samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra Hartevatn, Vatndalsvatnet og Botsvatn. Fra Vatndalsvatn og Botsvatn ble det samlet inn prøver fra datoene 22. oktober 2001, samt 25. juni og 30. september 2002. Fra Hartevatn, hovedstasjon ble prøver samlet inn med jevne mellomrom gjennom vekstsesongen 2002, i alt fem prøver. Analyseresultatene er gitt i **Figur 10** og i vedlegg bak i rapporten.

3.2.1 Botsvatn

Analyseresultatene for prøvene fra denne innsjøen viser et meget fattig planteplanktonsamfunn med få arter/taksa og svært lave totalvolum, omlag $80 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Til sammen ble det i de tre analyserte prøvene fra Botsvatn registrert 38 arter/taksa. Gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gruppen (**Figur 10**). Denne gruppen utgjorde ca 60% av totalvolum planteplankton på det meste og 15 av de registrerte arter/taksa hørte til denne gruppen, med ulike chrysonader og *Dinobryon sociale* v. *americanum* som de viktigste elementene.

Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) utgjorde inntil 17% av totalvolumet, med arter som *Gymnodinium lacustre* og *G. uberrimum* som de viktigste. Gruppen Cyanophyceae (cyanobakterier) hadde opptil 15% av totalvolumet ved arten *Merismopedia tenuissima*. Dette er en av de få planktoniske blågrønnalgearter som er typisk for næringsfattige og forholdsvis sure vannmasser.

De andre gruppene planteplankton var av underordnet betydning, selv om gruppen "µ-alger" utgjorde omkring 15% av totalvolumet. Denne gruppen omfatter små, ikke nærmere identifiserbare former med diameter 2-4 µm, og utgjør vanligvis en større prosentvis andel av totalvolumet i svært næringsfattige innsjøer enn i de mer næringsrike.

Den registrerte arts- og gruppesammensetningen, sammen med svært små totalvolum planteplankton, er typisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

3.2.2 Vatndalsvatn

Analyseresultatene fra Vatndalsvatn viser også et relativt fattig planteplanktonsamfunn med få arter/taksa, selv om flere arter/taksa ble registrert her enn i Botsvatn. Det høyeste registrerte totalvolum var $154 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ i september, nær det dobbelte av hva som ble registrert i Botsvatn, men fremdeles lavt.

I juni 2002 ble det registrert et totalvolum på $86 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Både mengde og sammensetning var på det tidspunktet svært likt i de to innsjøene Botsvatn og Vatndalsvatn. 45 arter/taksa ble registrert i prøvene fra Vatndalsvatn. Som det fremgår av **Figur 10** var gruppene gullalger (Chrysophyceae) og fureflatellater (Dinophyceae) de viktigste også i denne innsjøen. Det ble imidlertid, i motsetning til i Botsvatn, registrert en relativt sett større andel av kiselalger (Bacillariophyceae), ved arten *Cyclotella kützingiana*, i prøven fra september 2002 i Vatndalsvatn.

Som i Botsvatn ble det registrert flest arter/taksa blant gullalgene, i alt 19, med ulike chrysomonader og arten *Stichogloea doederleinii* som de kvantitativt viktigste. Blant dinoflagellatene var det *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) som var de viktigste artene. Andre grupper var av underordnet betydning, men gruppen "µ-alger" var av en viss betydning i september.

De registrerte arts- og gruppesammensetninger, sammen med de forholdsvis lave verdiene for totalvolum alger, viser næringsfattige og til dels svært næringsfattige, oligotrofe til ultraoligotrofe vannmasser i Vatndalsvatn.

3.2.3 Hartevatn

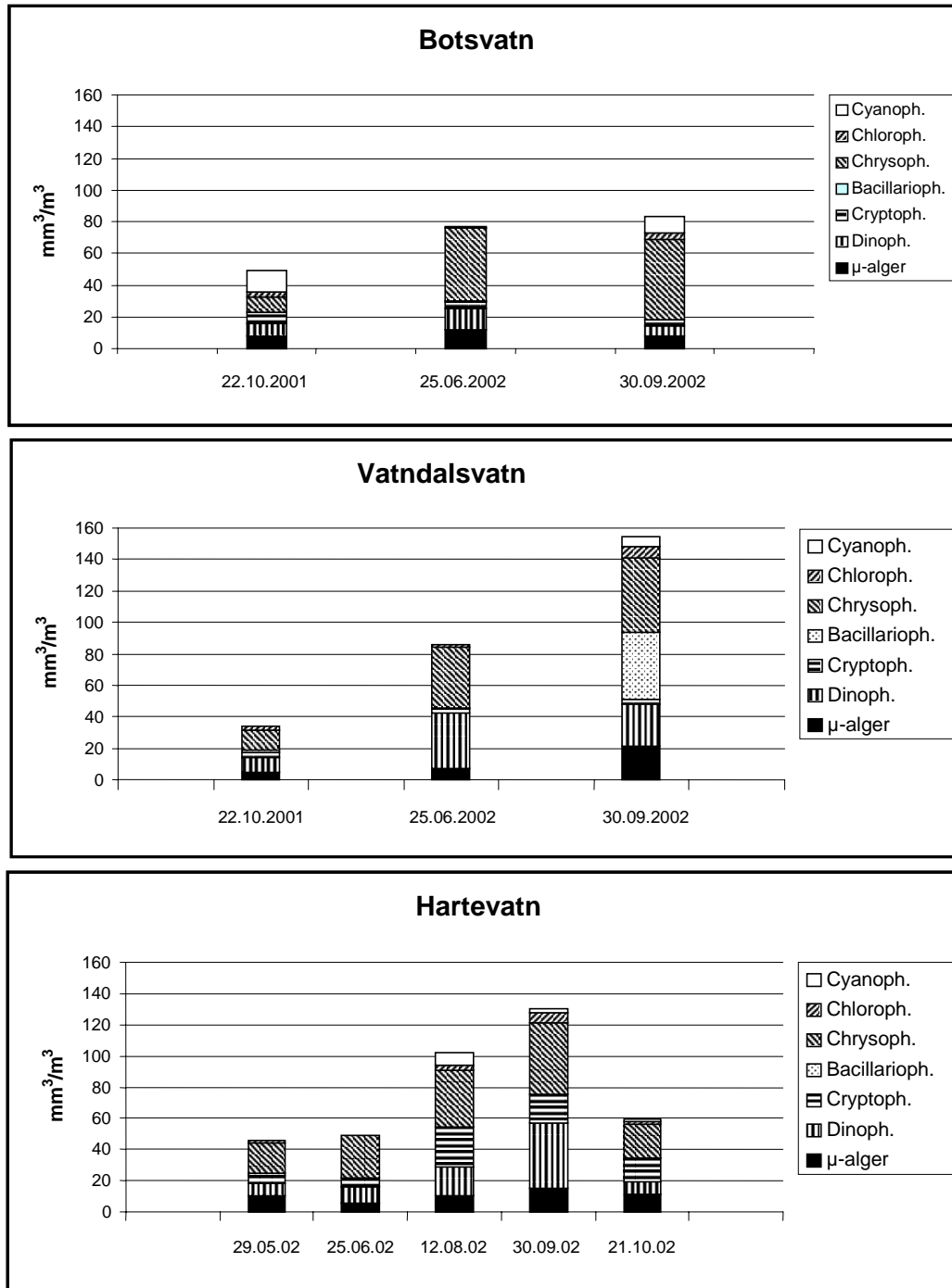
Fra denne innsjøen ble det samlet inn fem prøver gjennom vekstsesongen 2002. Dette kan være årsaken til at det ble registrert flere arter/taksa fra denne lokaliteten enn i de to andre, selv om resultatene også viser et mer sammensatt planteplanktonsamfunn. I alt 57 arter/taksa ble registrert i prøvene fra Hartevatn, og det høyeste totalvolum var også fra denne innsjøen i slutten av september 2002 med $133 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

Også i Hartevatn var gruppen gullalger (Chrysophyceae) og fureflagellater (Dinophyceae) de viktigste, men her ble det registrert et større innslag av arter innen gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) gjennom sesongen (**Figur 10**). Gruppen "µ-alger" utgjorde også i Hartevatn en markert andel av det samlede planteplankton. Andre grupper var av underordnet betydning.

I alt 24 arter/taksa av gullalger ble registrert, med ulike chrysomonader som de kvantitativt viktigste. Blant fureflagellatene var *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) de viktigste. Blant svelgflagellatene var det arter innen slekten *Cryptomonas* og en ubestemt form som sannsynligvis er en art innen slekten *Chroomonas*, som var viktigst.

Den registrerte arts- og gruppesammensetningen i Hartevatn, sammen med de forholdsvis små verdiene for totalvolum som ble registrert, viser næringsfattige, og til dels svært næringsfattige, oligotrofe til ultraoligotrofe vannmasser i Hartevatn.

Siden tilstanden for planteplankton er nær naturtilstand må den økologiske statusen på basis av planteplankton karakteriseres som svært god (beste klasse) etter EUs vanddirektiv.



Figur 10. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Botsvatn, Vatndalsvatn og Hartevatn i 2001-2002. Verdiene er gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

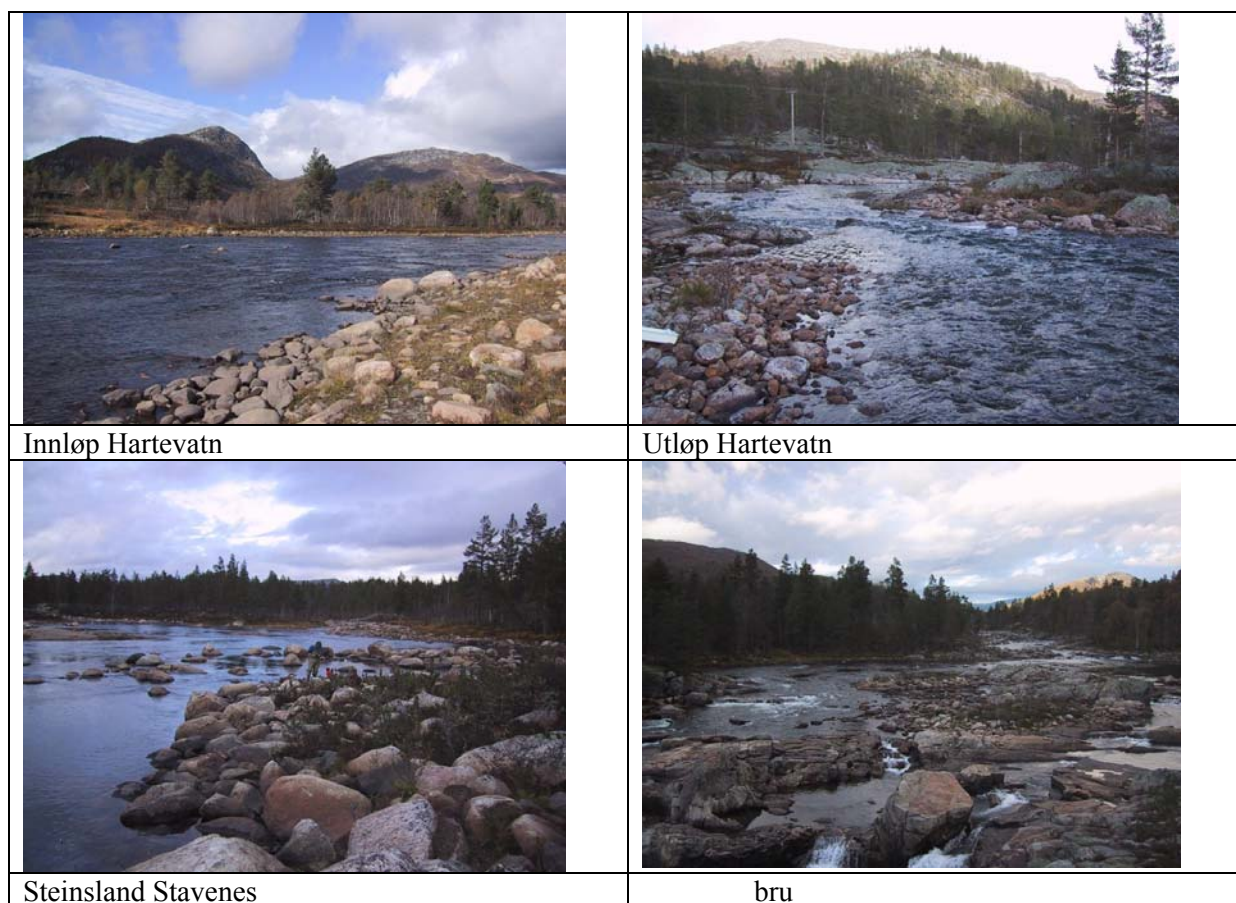
3.3 Vannvegetasjon og bunndyr i Øvre Otra

3.3.1 Materiale og metoder

Det ble tatt prøver av begroing og bunndyr på fire stasjoner på strekningen Hovden – Bykle i Øvre Otra 26. september 2002. **Tabell 3** og **Figur 11** viser en oversikt over stasjonene og deres plassering. Fordeling av omkringliggende vegetasjon og arealbruk er vist i **Tabell 4**. Stasjonene innløp og utløp Hartevatn ligger ved vannkjemistasjonene (**Figur 3**), mens Steinsland- og Stavenesstasjonene ligger i nærheten av de respektive vannkjemistasjonene (st. 2 og 4).

Tabell 3. Stasjoner for prøvetaking av begroing og bunndyr 26. september 2002.

St.navn UTM-refer	anse
Innløp Hartevatn	32 407300 6603000
Utløp Hartevatn	32 409150 6599250
Steinsland	32 409600 6592900
Stavenes bru	32 408400 6580300



Figur 11. Bilder fra bunndyr- og begroingsstasjonene i Øvre Otra (Foto: Torleif Bækken).

Tabell 4. Omkringliggende vegetasjon og arealbruk ved de fire stasjonene.

	Kant vegetasjon 1-5	Kantveg.- dominant	Skog	Type skog	Beite	Vei	Bebyggelse
Inn Harteve.	3	bjørk	50	bjørk og furu	0	0	50
Ut Harteve.	3	furu	100	furu	0	0	0
Steinsland 3		furu	100	furu	0	0	0
Stavenes bru	4	furu	80	furu	10	10	0

Kornfordelingen i bunnsubstratet på alle de fire stasjonene viste dominans av stor og mellomstor stein (**Tabell 5**). Det ble observert noe slam i innløpselva til Hartevatn, som trolig er breslam.

Tabell 5. Kornfordeling (% dekning) i bunnsubstratet etter internasjonal standard på ulike stasjoner (etter Wentworth 1922 i Minshall 1984). Gruppenes teoretiske grenseverdier er oppgitt i mm. Phi-verdien beregnes som $-\log_2$ kornstørrelsen basert på % fordeling av kornstørrelsesgruppene, og det blir derved mindre vekt på de ekstreme verdiene.

	B lokk: >512	Stor stein: 256-512	Mellom storstein: 64-256	Små stein: 16-64	Grus: 2-16	Sand: 0,063-2	Silt og leire: <0,063	Middel- verdi korn	phi- verdi korn	Tilslam- ming: 1-5
Inn Harteve.	8	40	40	10	0	0	2	242.6	-7.07	3
Ut Harteve.	0	50	40	10	0	0	0	240.0	-7.30	1
Steinsland 20		20	30	20	10	0	0	221.1	-6.65	1
Stavenes bru	2 23		40	15	10 5		0	149.5	-5.52	1

3.3.2 Generelt om begroing

Begroing er en fellesbetegnelse på organismesamfunn som er festet til elvebunnen eller annet underlag i elven. Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

Primærprodusenter: Alger, moser (høyere planter regnes ikke med)
 Nedbrytere: Bakterier, sopp
 Konsumenter: Enkle fastsittende organismer eks. ciliater, fargeløse flagellater og svamper.

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærprodusentene. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærprodusentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører ofte økt forekomst av konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde, og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begroingssamfunnet vil derimot, ved å være bundet til et voksested, avspeile miljøforholdene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Metodikk for kvalitative begroingsobservasjoner er standardisert. Det tas prøver av begroingssamfunnet i en elvestrekning på minst 10 m, vanligvis noe lenger. Prøven tas fra elvebredden og så langt ut i elva det er mulig å nå. Begroingsobservasjonene legges til strykparter, helst med vannhastighet 0,2 m/s eller mer.

Begroingen vokser ofte i visuelt ulike enheter, *begroingsselementer*, som kan ha form av et geléaktig brunt belegg (ofte kiselalger), grønne tråder (oftest grønnalger) eller eksempelvis mørkegrønne dusker som kan bestå av rød- eller blågrønnalger. Ved feltobservasjonene samles de ulike begroingsselementene inn hver for seg, og mengdemessig forekomst angis som *dekningsgrad*. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosent av elveleiet i stasjonsområdet som dekkes av hvert element.

Det tas også en prøve av *mikrosamfunnet*. Her menes mikroskopiske organismer som vokser direkte på stein. Kiselalger utgjør vanligvis en viktig del av mikrosamfunnet. Fra 10 tilfeldig (randomisert) utvalgte steiner børstes et areal på ca. 8x8 cm ned i en plastbakke med 1 liter vann. Materialet omrøres og en delprøve tas ut.

Begroingsprøvene fikseres med formalin og bringes til laboratoriet for analyse. Her undersøkes prøvene i mikroskop og organismene identifiseres så langt som mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning vurderes semikvantitativt. For makroskopisk synlige begroingsenheter anvendes den dekningsprosent som er gitt i felt. Forekomsten av de mikroskopiske og mindre vanlige formene vurderes subjektivt etter følgende skala:

x = sparsom forekomst
xx = middels forekomst
xxx = rikelig forekomst

På grunnlag av analyseresultatene, artsinnhold, artsmangfold og mengdemessige forhold, gis en vurdering av begroingssamfunnet, da særlig de kvalitative forhold.

3.3.3 Generelt om bunndyr

Bunndyr er en samlebetegnelse for forskjellige typer smådyr som lever hele eller deler av livet på bunnen av elver og innsjøer. Bunndyrene er først og fremst insektlarver/nymfer, men det er også marker, igler, snegler, muslinger, små krepsdyr og vannmidd. Bunndyr er derfor en svært mangartet gruppe organismer med ulike krav til miljøet. Det finnes ekstreme rentvannsarter, og det er arter som er svært tolerante overfor forskjellige typer forurensninger. Dette er en forutsetning for å kunne bruke dem i effektvurdering av forurensninger, og en viktig grunn til at de er mye brukt (Hellawell 1986, Aanes og Bækken 1989). Bunndyrene er næringsgrunnlag for fisk.

En organisme må forholde seg til sitt miljø. Sammensetningen av dyre- og plantesamfunnene i elver og innsjøer er bestemt av et mangfold av miljøparametre. De mange populasjonene i et samfunn har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når én eller flere av miljøparametrene endres, vil også organismesamfunnene endres. Samfunnene gjenspeiler miljøet.

For innsamling av bunndyr er det anvendt "sparkemetoden". Metoden er beskrevet i Norsk Standard 4719. Den inngår i NIVAs kvalitetssikringssystem, og anvendes i alle NIVAs bunndyrundersøkelser i bekker og elver. Metoden er meget god til å samle inn artene i habitatene, og god til å måle den relative tettheten mellom arter og lokaliteter.

"Sparkemetoden" innebærer bruk av standard håv etter standard prosedyre. Mens en beveger seg motstrøms i en elv/bekk eller sakte beveger seg langs stranden i en innsjø, brukes den ene foten til å sparke opp bunnssubstratet. Et håndnett brukes til å fange oppvirvlede bunndyr. Prosedyren foregår i ett minutt og gjentas 3 ganger (3*1 minutters sparkeprøve). Etter hvert minutt tømmes håvposen for å hindre tetting av maskene i posen. Det anvendes en standard håv med åpning 30cm x 30 cm, og med maskevidde i nettduken på 250 µm. Prøvene konserveres i 70% etanol. Bunndyrene blir tallet og artsbestemt etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop.

Bunndyrmaterialet ble identifisert til hovedgrupper av organismer. Individuer i de tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) ble, så vidt mulig, identifisert til art/slekt. Det biologiske mangfoldet på stasjonene ble angitt ved antall arter/slekter innenfor disse tre gruppene (EPT). Tettheten er angitt ved antall individer i hver prøve. Det ble tatt bunndyr i Øvre Otra i 1975-77 og i 2000 (Rørslett m.fl. 1981, Bækken og Romstad 2001). I den første undersøkelsen er ikke presisjonen i metoder og gruppe/art - bestemmelser gode nok til å anvendes som sammenligningsgrunnlag. Undersøkelsen i 2000 er anvendt der det er sammenfallende stasjoner.

3.3.4 Resultater begroing

Primærtabeller med resultater av begroingsundersøkelsen på de enkelte stasjoner er gitt i vedlegg bak i rapporten. I **Tabell 6** er det satt opp en oversikt over dominerende mosevegetasjon og i **Tabell 7** er en samlet oversikt over begroingsalgene.

Mosevegetasjon

Det ble totalt registrert 7 ulike mosearter hvorav de 3 levermosene *Marsupella emarginata*, *Nardia compressa* og *Scapania undulata* var de dominerende. En mosaikk av disse tre artene var til stede på alle stasjoner med unntak av utløp Hartevatn hvor *Nardia compressa* ikke ble registrert. Dette mosesamfunnet er svært vanlig i denne type elveavsnitt med en nøytral til svakt sur ionefattig vannkvalitet. Innslag av mosen *Blindia acuta* tyder på rent oligotroft vann, mens *Hygrohypnum ochraceum* gjerne vokser ved noe mer elektrolyttrikt vann. Disse artene utgjør imidlertid svært lite av den totale mosedekning på hver lokalitet. En variabel mosedekning fra 30 - 70 % dekning på de ulike lokaliteter kan knyttes til substratforhold og vannstandsforhold, hvor lokalitetene Innløp Hartevatn og Stavenes bru har mindre stabilt substrat og den største variasjon i vannføring/vannstand. Stor dekning av levermoser syntes å gi stor dekning av algebegroing på alle de undersøkte lokalitetene. Levermoser er tydelig et godt substrat for spesielt grønnalger i denne delen av Otra.

Tabell 6. Vannmoser og krypsiv registrert på 4 stasjoner/lokaliteter i Øvre Otra 26.09.2002.

Hyppigheten av de enkelte arter av moser og av krypsiv er angitt etter en 5-delt skala hvor: 1= sjelden (< 5 forekomster), 2= spredt, 3= vanlig, 4= lokalt dominerende, 5= dominerende på store deler av lokaliteten. Total mosedekning i prosent av elvearealet er også oppgitt.

Art:	Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru
<i>Blindia acuta</i>	1 1			2
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	2 1			
<i>Marsupella emarginata</i>	2 4 3			3
<i>Nardia compressa</i>	3 4			2
<i>Polytrichum commune</i>			1	
<i>Rhacomitrium aciculare</i>	1 1			1
<i>Scapania undulata</i>	2 3 2			3
Total mosedekning	30 %	70 %	70 %	50 %
Krypsiv		1 2		

Tabell 7. Begroingsfunnet registrert på fire stasjoner/lokalteter i Øvre Otra 26.09.2002. Forekomst angitt som % dekning av elveleiet (tall) og ellers som x = tilstede, xx = vanlig og xxx = stor forekomst i prøvene som ble tatt. Klart forsuringfølsomme arter er markert med *.

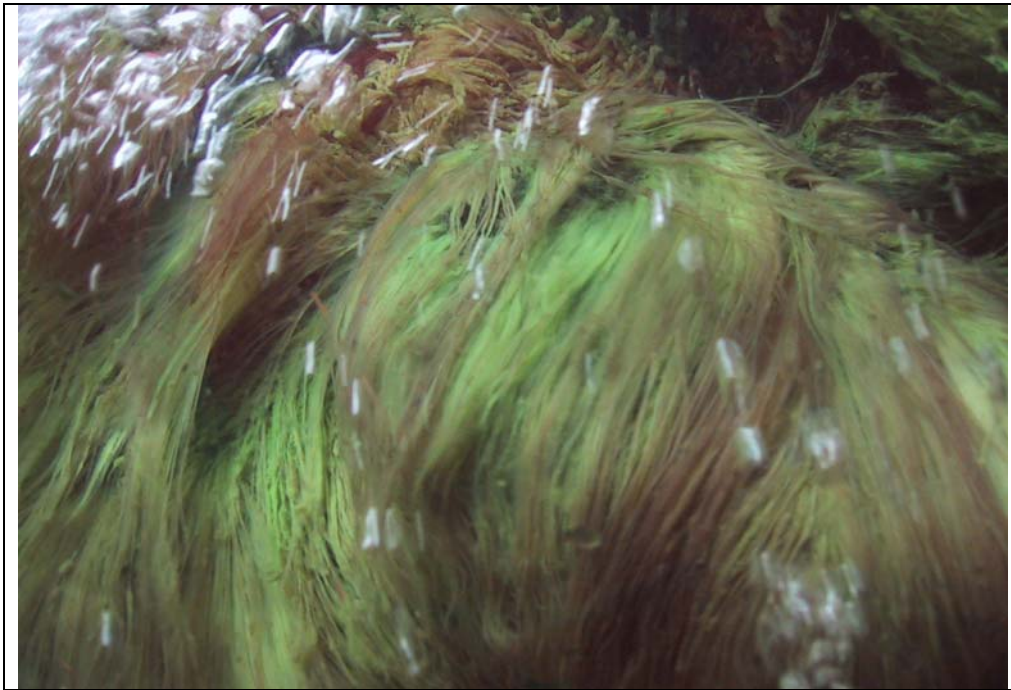
Organisme	Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru
Blågrønnalger (Cyanophyceae)				
<i>Calothrix</i> sp.	x x		x	x
<i>Chamaesiphon amethystinus</i>	xx			
<i>Chamaesiphon rostafinskii</i> *	x			
<i>Coleodesmium sagarmathae</i> *	15			5
<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx xx		x	x
<i>Calothrix gypsophila</i> *	xx			
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.	xx			
<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet)			xxx	x
<i>Merismopedia punctata</i>			x	x
<i>Phormidium hetropolare</i> *	xx			
<i>Rivularia</i> sp.*				x
<i>Schizothrix</i> sp.			x	
<i>Scytonema mirabile</i>			5	xx
<i>Scytonematopsis starmachii</i>			x	
<i>Stigonema hormoides</i>	xx			
<i>Stigonema mamillosum</i>	15 5		10	15
<i>Stigonema minutum</i>	x xxx		xxx	
Grønnalger (Chlorophyceae)				
<i>Binuclearia tectorum</i>	x		x	x
<i>Bulbochaete</i> sp.	1 10		2	5
<i>Closterium</i> spp.*	x			
<i>Mougeotia</i> sp. (4,5µ)	xx x			
<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)			x	xx
<i>Mougeotia</i> sp. (11µ)	3 x			
<i>Mougeotia</i> sp. (15µm)				3
<i>Microspora palustris</i>				x
<i>Microspora palustris</i> var. minor				x
<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)			x	x
<i>Oedogonium</i> sp. (10µm)	x			
<i>Penium</i> spp.	x		xx	xx
<i>Zygogonium</i> sp3. (18-24µm)	40 50		75	40
<i>Zygnema</i> sp. (18µm)	xx			
<i>Zygnema</i> sp. (24-26µm)*	1 20			
Kiselalger (Bacillariophyceae)				
<i>Achnanthes</i> cf. <i>Minutissima</i> *	xxx			
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx 10		<1	xx
Ubestemte kiselalger	x			
Nedbrytere				
Jernbakterier x		xxx	x	x
<i>Ophrydium versatile</i>			<1	
<i>Vorticella</i> sp.			xxx	x

Algebegroing

Det ble totalt registrert 35 algetaxa hvorav blågrønnalger og grønnalger var de klart største gruppene med henholdsvis 17 og 15 taxa. Størst artsmangfold ble registrert på lokaliteten innløp Hartevatn, med 21 ulike taxa, mens utløp Hartevatn hadde det minste mangfoldet, med bare 13 taxa. På alle stasjoner var samfunnet preget av arter som er typiske for rene, upåvirkede lokaliteter med lavt innhold av næringssalter. Innløp Hartevatn skilte seg noe ut fra de andre lokalitetene ved å ha hele 7 av de totalt 8 klart forsuringfølsomme arter som ble funnet til stede. Dette kan indikere at vannkvaliteten på denne lokaliteten er noe mindre sur enn de andre og at innholdet av næringsstoffer kan være noe høyere pga. tettstedet Hovden. Det er likevel ikke snakk om noen stor ekstra belastning på denne lokaliteten siden innslag av rentvannsindikatorer samtidig er markert.

Når det gjelder mengdemessig forekomst av de ulike arter, var det klar dominans av grønnalgen *Zygonium* sp. (**Figur 12**) på samtlige lokaliteter. Dekningsgraden varierte fra 40 til 75 %. Hvilken *Zygonium* art dette egentlig er vet vi ikke. Den må være fertil få å kunne identifiseres og det skjer tydeligvis meget sjelden i norske vassdrag. Derfor anvender vi en arbeidstittel, *Zygonium* sp3. Ofte blir den bare referert til som *Zygonium* sp. I eldre undersøkelser er den også angitt som *Zygnema* (ofte med betegnelsen "a"). Det er trolig den samme algen som opptrer med masseforekomst i mange Sørlandsvassdrag der den vokser på levermosesubstrat i sure ione- og næringsfattige vannkvaliteter.

Ved prøvetaking hadde denne algen et variabelt utseende, fra nesten helt svarte tråder til grønne og grågrønne tepper. Av andre alger med relativt stor mengdemessig forekomst på samtlige stasjoner var blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* med 5 – 15 % dekning og grønnalgen *Bulbochaete* sp. med 1 – 10 % dekning. Av alger med relativt stor dekning, dvs. at de danner et markert synlig innslag på enkelte lokaliteter var *Coleodesmium sagarmathae* (15 og 5 % dekning ved innløp Hartevatn og Stavenes bru), *Scytonema mirabile* (5 % dekning på Steinsland), *Zygnema* sp. (24-26µm) (20 % dekning på utløp Hartevatn) og *Tabellaria flocculosa* med 10 % dekning på lokaliteten Utløp Hartevatn. Totalt sett var det stor forekomst og dekning av alger på alle lokalitetene. Det ble ikke tatt spesifikke biomasseprøver av algesamfunnet.



Figur 12. Grønnalgen *Zygonium* sp3, som dominerte på alle de fire stasjonene (Foto: Torleif Bækken).

Av nedbrytere og konsumenter ble det registrert jernbakterier på samtlige stasjoner. På lokaliteten Steinsland ble det i tillegg funnet innslag av ciliatene *Ophrydium versatile* og *Vorticella* sp. Dette kan tyde på en viss tilførsel av noe partikulært, organisk materiale.

Siden tilstanden for vannvegetasjon og begroing må karakteriseres som nær naturtilstand, er den vannøkologiske statusen svært god (beste klasse) i forhold til EUs vanddirektiv.

Annen vegetasjon

Vannvegetasjon utover moser og alger ble ikke registrert med unntak av noen få forekomster av krypsiv (*Juncus supinus*). Krypsiv ble registrert som sjelden i utløpet av Hartevatn og som spredt ved Steinsland. Ved Steinsland hadde krypsivplanter etablert seg i tepper av levermose som i tillegg var fylt av sand. Fra andre elver har en sett at sandfylte levermose tepper kan være et godt substrat for krypsiv. Dette området av Otra ligger imidlertid så høyt at krypsiv ikke får utvikle masseforekomster pga en regelmessig streng vinterperiode. Strekingen ble ikke befart spesielt med tanke på å lete opp krypsivforekomster.

Tidligere undersøkelser og tidsutvikling

I årene 1976-77 ble det gjort en omfattende undersøkelse av øvre deler av Otra hvor bl.a. begroingsforhold ble registrert på 5 stasjoner mellom Hovden sentrum og Bykil (Rørslett m.fl. 1981). Beskrivelsene fra den gang viser at det var frodig mosevegetasjon med *Scapania undulata*, *Marsupella aquatica* og *Nardia compressa* som dominerende arter. *Blindia acuta* og *Rhacomitrium aquaticum* blir også nevnt. Likeså blir det beskrevet å være en kraftig begroing av den trådformede grønnalgen *Zygnema* sp.(17-23 μ m) (trolig *Zygogonium* sp3) oppå mosen flere steder, samtidig som arter som *Homeothrix nordstedtii*, *Scytonema mirabile*, *Stigonema mamillosum* og *Microspora tumidula* (trolig *M. palustris*) blir angitt å kunne stedvis ha stor forekomst. Krypsiv fantes som små rosettplanter enkelte steder på den aktuelle strekingen. Det ble i samme undersøkelsen påpekt at lokaliteten nedstrøms Hovden sentrum bar preg av å ha en sparsom mosevegetasjon med et artsrikt algesamfunn som indikerte økning i næringstilførsel i forhold til ovenforliggende stasjoner. Det ble også beskrevet et belegg med gråaktig farge på steiner på denne stasjonen. Dette belegget var også til stede i 2002.

Ser en bort fra enkelte avvik i nomenklaturen for navnsetting av enkelte arter, synes dagens situasjon å være i god overensstemmelse med forholdene for vel 25 år siden. Forholdene synes å ha endret seg lite. Hovedelementet med frodig mosevegetasjon overgrodd med trådformede grønnalger og stort innslag av rentvannsindikatorer har preget denne strekingen av øvre Otra over lengere tid.

I forbindelse med en resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune i 2000, ble det tatt begroingsprøver på 3 stasjoner på strekingen Ørnefjell bru til Berdals bru (Bækken og Romstad 2001). Stasjonen ved Steinsland var felles i begge undersøkelsene (2000 og 2002). Situasjonen beskrevet i 2000 er svært lik den i 2002 med dominans av levermosen *Nardia compressa* overgrodd med grønnalgen *Zygnema* sp3. Rentvannsalgene *Scytonematopsis starmachii* og *Stigonema mamillosum* nevnes også å ha stor forekomst. Resultatene fra de to andre stasjonene synes også å være i samsvar med det generelle bildet av begroingssituasjonen på strekingen.

Vurdering i forhold til resipientkapasitet

Begroingsundersøkelsen i 2002 viser at strekingen innløp Hartevatn til Bykle sentrum har et stedvis frodig mosesamfunn dominert av levermoser og en frodig vekst av spesielt trådformede grønnalger oppå mosen. I tillegg har hele strekingen en stort innslag av rentvannsarter. Både moser og alger som viser stor forekomst i dag har altså utviklet seg under næringsfattige forhold og viser at de fysiske betingelser mhp. vannføring og vanntemperatur i området kan gi mulighet for betydelig begroing med dagens belastningsnivå. Stabile vannføringer omkring minstevannføringskravene kan gi en større dekningsgrad enn hvis variasjonen i vannføringen var større. På den annen side vil innfrysingen kunne være større og gi større slitasje på disse samfunnene når vannføringen er lav.

Dersom en øker næringstilførselen kan dette gi grunnlag for ytterligere algevekst i den aktive vekstsesongen. Dagens dominerende arter er lite næringskrevende og en kan i tillegg til økt forekomst av disse risikere en dreining i artsinventaret mot mer næringskrevende arter. Dette betyr ikke nødvendigvis større mengder av algebegroing målt som økt biomasseproduksjon, men at andre arter kan overta og opprettholde dagens biomassenivåer. Mosesamfunnet vil neppe endre seg vesentlig som følge av en noe større belastning med næringsstoffer.

Strekningen synes altså å ha en viss reserve mhp. resipientkapasitet i forhold til næringsbelastning. Det er likevel vanskelig å forutse konsekvensen av ulike nivåer av tilleggsbelastning, og det vil være viktig med kontrollundersøkelser ved økt belastning.

3.3.5 Resultater bunndyr

Bunndyrsamfunnet på alle stasjonene var antallsmessig dominert av fjærmygglarver (**Figur 13, Tabell 8 og Tabell 9**). Særlig nedstrøms Hartevatn var det meget høy tetthet av små individer i denne gruppen. Her ble det også registrert meget stor forekomst av småmuslinger. Det var ellers middels stor forekomst av flere andre bunndyrgrupper på alle stasjonene. Vanlig forekommende var fåbørstemark og vannmidd, foruten de tre artsbestemte gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (**EPT: Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera**). Det biologiske mangfoldet uttrykt ved EPT var størst ved innløpet til Hartevatn. Her ble det registrert 16 EPT-arter. På de andre stasjonene varierte antall EPT arter mellom 12 og 15 (**Figur 14**). Dette innebærer et middels stort biologisk mangfold på alle stasjonene.

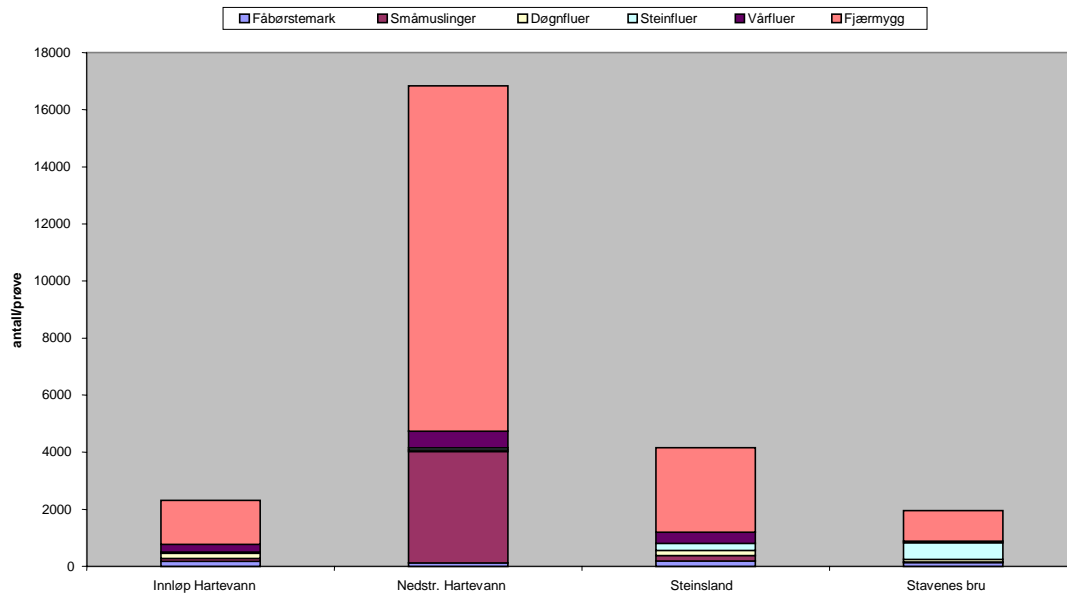
Innløp Hartevatn

Ved innløpet til Hartevatn ble det registrert 16 EPT arter. Det var det høyeste i denne undersøkelsen (**Figur 14**). Av disse var det 5 døgnfluearter, 3 steinfluearter og 8 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. *Baetis rhodani* er Norges vanligste døgnflue i rennende vann. Fordi den er så vanlig er den en viktig indikatorart ved forsuringsvurderinger. Tilstedeværelse av denne arten i humusfattige vassdrag indikerer liten eller ingen forsuring. Baetidene er forholdsvis tolerante overfor eutrofiering og organiske forurensninger, men følsomme for forsuring. Andre døgnfluearter var *Heptagenia sulphurea* og *Ameletus inopinatus*. Begge er forholdsvis vanlige i den sørlig fjellregionen og noe forsuringfølsomme. Den siste døgnfluearten var *Ephemerella aurivillii*. Den er også forholdsvis vanlig i den sørlige fjellregionen. Arten er forsuringfølsom.

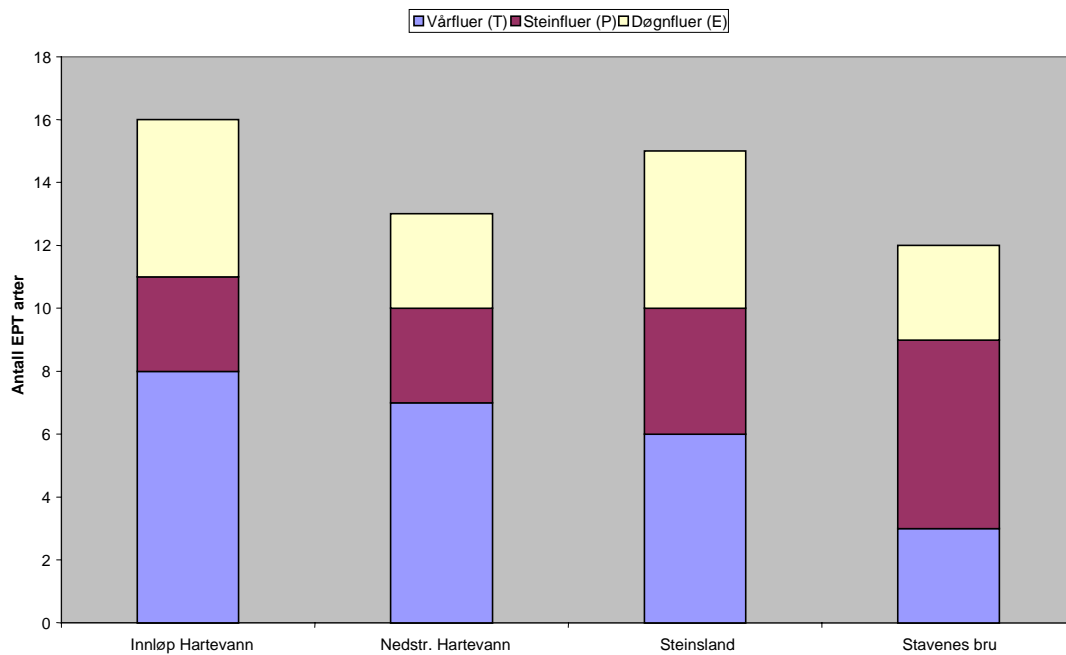
Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av *Leuctra hippopus*. Den er blant de mest vanlige artene i Norge. Den er forsuringstolerant. De to andre steinflueartene *Taeniopteryx nebulosa* og arter fra slekten *Isoperla* er også vanlige i Norge. Førstnevnte er forsuringstolerant, mens sistnevnte slekt trolig er noe mer følsom. Vårfluefaunaen var dominert av *Hydropsyche pellucidula*. Andre individer fra *Hydropsyche* slekten var for små til sikkert å kunne artsbestemmes, men disse var trolig også *Hydropsyche pellucidula*. Arten er forholdsvis vanlig, noe forsuringfølsom og finnes over det meste av Norge. Den ble også funnet i disse områdene i 1999.

Utløp av Hartevatn

Ved utløpet fra Hartevatn ble det registrert 13 EPT arter. Det var noe lavere enn ved innløpet (**Figur 14**). Av disse var det 3 døgnfluearter, 3 steinfluearter og 7 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. Andre døgnfluearter var *Heptagenia sulphurea*. Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av *Taeniopteryx nebulosa*. De to andre steinflueartene var arter fra slektene *Isoperla* og *Amphinemura*. Slekten *Amphinemura* er meget vanlig og forsuringstolerant. Vårfluefaunaen var dominert av arter fra familien Polycentropodidae. Av disse var *Neureclipsis bimaculata* den vanligste.



Figur 13. Sammensetningen av hovedgrupper i bunndyrsamfunnet på fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002.



Figur 14. Antall arter av døgn-, stein- og vårfluer på fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002.

Tabell 8. Forekomst av hovedgrupper i bunndyrssammfunnet ved fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002. Prøve fra Steinsland 02.10.2000 er lagt til i siste kolonne (Bækken og Romstad 2001). Antall individer per 3*1 minutt sparkeprøve (NS 4719).

		Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru	Steinsland 2000
Fåbørstemark	Oligochaeta	176 128	192 144			136
Igler	Hirudinea	16				
Snegeler	Gastropoda	16				
Småmuslinger	Lamellibranchiata	112	3904	192	16	
Vannmidd	Hydracarina	32 192		64 160		168
Døgnfluer	Ephemeroptera	176 64		176 88		95
Steinfluer	Plecoptera	40	56	258	584 106	
Vårfluer	Trichoptera	276 584	387		64	208
Knott	Simuliidae					32
Fjærmygg	Chironomidae	1536	12096	2944	1056	1552
Andre tovinger	Andre diptera			32	32	32
SUM		2364	17040	4245	2144	2329

Ofte vil bunndyrssamfunn i utløpet av en innsjø skille seg fra andre typer elvelokaliteter ved at den domineres av arter som kan nyttiggjøre seg det organiske materialet som driver ut fra innsjøen (utløpseffekt). Slik sett var det forventet at stasjonen ved utløpet av Hartevatn kunne være forskjellig fra de andre. Ofte vil vårfluefaunaen i utløp domineres av nettspinnende arter. Blant disse er arter fra familiene Polycentropodidae og Hydropsychidae. Selv om Polycentropodidae dominerte her var Hydropsyche fraværende på denne stasjonen. Andre EPT arter vil ofte finnes i redusert antall. Det var likevel uventet at *Leuctra hippopus*, som var vanlig på alle de andre stasjonene, var helt fraværende nedstrøms Hartevatn. Bunnssubstratets beskaffenhet er imidlertid viktig for de fleste bunndyrartene. På denne stasjonen var dette nesten totalt dekket av trådformede alger. Dette er trolig en viktig årsak til fravær både av *Hydropsyche* sp og *Leuctra hippopus*.

Steinsland

I Otra ved Steinsland ble det registrert 15 EPT arter (**Figur 14**). Av disse var 5 døgnfluearter, 4 steinfluearter og 6 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. Det ble også registrert døgnfluearter som vanligvis foretrekker saktestrømmende eller stillestående vann. Disse var *Leptophlebia* sp. og *Centroptilum luteolum*. Deler av elva hadde lav vannhastighet grunnet liten vannføring og har derfor levesteder som passer disse artene. Begge artene er vanlige. *Leptophlebia* sp er forsuringstolerant, mens *Centroptilum luteolum* er noe følsom. Andre døgnfluearter her var *Heptagenia sulphurea*.

Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av små individer fra slekten *Amphinemura*, men også *Leuctra hippopus* var vanlig. De to andre steinflueartene var *Taeniopteryx nebulosa* og arter fra slekten *Isoperla*. Vårfluefaunaen var dominert av slekten *Oxyethira*. Denne slekten er noe forsuringfølsom. *Hydropsyche pellucidula* var også meget vanlig. For øvrig ble det registrert arter av familien Polycentropodidae.

Ved undersøkelsen i 2000 ble det tatt bunndyrprøver ved Steinsland (Bækken og Romstad 2001). Det ble den gang funnet 16 EPT arter. Stort sett var det de samme artene som ble funnet den gang som nå, og antallet var tilnærmet i samme størrelsesorden (**Tabell 8**).

Tabell 9. Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT) ved fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002. Prøve fra Steinsland 02.10.2000 er lagt til i siste kolonne (Bækken og Romstad 2001). Antall individer per 3*1 minutt sparkeprøve (NS 4719).

	I nnløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru	Steinsland 2000
DØGNFLUER					
<i>Ameletus inopinatus</i>	8			8	16
<i>Baetis</i> sp	32 16 24				44
<i>Baetis rhodani</i>	104	40 72 40			26
<i>Centroptilum luteolum</i>		48			5
<i>Heptagenia sulphurea</i>	24 8		16	40	2
<i>Heptagenia</i> sp					
<i>Leptophlebia</i> sp		16			2
<i>Ephemerella aurivillii</i>	8				
Antall E arter	5 3 5 3				6
STEINFLUER					
<i>Diura nanseni</i>				8	
<i>Isoperla</i> sp	8 8 8 8				
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	8 24		40		16
<i>Amphinemura</i> sp	16		146	448	72
<i>Protonemura meyeri</i>				8	
<i>Capnia atra</i>				104	2
<i>Leuctra hippopus</i>	24 64			8	16
Antall P arter	3 3 4 6				4
VÅRFLUER					
<i>Rhyacophila nubila</i>	8	8		8 3	
<i>Oxyethira</i> sp	24 8		176	16	132
<i>Polycetropodidae</i>	224		8		32
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	8 32				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	8 64		16		14
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	240		8		
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	104		128		3
<i>Hydropsyche</i> sp	88 48			40	24
<i>Lepidostoma hirtum</i>	40 8				
Trichoptera indet	16				
Antall T arter	8 7 6 3				6
Antall EPT arter	16 13 15 12				16

Otra ved Stavenes bru

I Otra ved Stavenes bru ble det registrert 12 EPT arter (**Figur 14**). Av disse var 3 døgnfluearter, 6 steinfluearter og 3 vårfluearter. *Baetis rhodani* og *Heptagenia sulphurea* var de vanligste døgnfluene. Andre døgnfluearter var *Ameletus inopinatus*.

Steinfluefaunaen på denne stasjonen var rikere enn på stasjonene lengere oppstrøms. Den var dominert av små individer fra slekten *Amphinemura*. Det ble registrert tre arter som ikke ble funnet lengre oppstrøms. Disse var *Capnia atra*, *Diura nanseni* og *Protonemura meyeri*. Alle er vanlige i Norge. De to første er noe forsuringfølsomme, mens den sistnevnte er forsuringstolerant. De to andre steinflueartene var *Leuctra hippopus* og arter fra slekten *Isoperla*. Det var få arter og en tynn bestand av vårfluer. Faunaen var dominert av slekten *Hydropsyche*. For øvrig ble det registrert *Rhyacophila nubila* arter av slekten *Oxyethira*.

4. Forurensningsbelastning

4.1 Tilførselsdata

Forurensningstilførsler fra bl.a. det planlagte renseanlegget er basert på opplysninger gitt av Sørlandskonsult i brev av 4. oktober 2002. Tilførsler av fosfor og nitrogen fra andre kilder er hentet fra tidligere beregninger utført av NIVA for tilførsler fra nedbør, fjell- og heiområder (Berge 1983; Hindar m.fl. 1990). Berge (1983) angir at årlig fosfortilførsel via nedbør kan være 20 kg/km². Selv om dette tallet kan være noe høyt for høyfjellsforhold er det brukt her. For 2001 er det beregnet et årlig nitrogennedfall på nedbørstasjonen Vatnedalen på 140 mg N/m². (SFT 2002). Begge disse belastningstallene er brukt for å beregne tilførsel direkte til Hartevatnets overflate.

Mengden av termotolerante kolibakterier (TKB) i ubehandlet kommunalt avløp kan variere mye. Oftest ligger konsentrasjonen i råkloakk i området 10⁵ - 10⁸ TKB/100ml (Midttun 1993). Typiske verdier kan ligge omkring 10⁶ TKB/100ml. Renseeffekten ved mekanisk/kjemisk renseanlegg på TKB angis typisk å være 99%, men med stor variasjonsbredde (ca 80% - 99,9%).

I beregning av belastning og resipientkapasitet i denne rapporten har vi først og fremst tatt utgangspunkt i fosfortilførslene.

4.2 Nåværende belastning

Den nåværende belastningen på resipientene i denne undersøkelsen er vist i **Tabell 10**. Som det går fram av oversikten er det summen av tilførsler direkte via nedbør og avrenning fra upåvirket terreng som utgjør de dominerende deler av tilførslene til Hartevatn gitt de rensiltak som er gjennomført i Hovdenområdet. 95 % av fosforet og 84 % av nitrogenet kommer fra disse kildene til Hartevatn.

4.3 Framtidig belastning

I det som omtales som Midtregionen er det i dag omkring 450 hytter. For disse er det idag ikke tillatt med innlagt vann med kloakkutslipp. Avløpet går dermed via infiltrasjon i grunnen eller andre systemer. Det regnes med ytterligere utbygging med 950 hytter, og avløp fra disse, sammen med de 450 eksisterende, forutsettes å gå til kjemisk rensing. Avløpet fra renseanlegget er planlagt å gå til østre deler av Vatndalsvatn. I tillegg er det aktuelt med 250 hytter med mekanisk rensing og ytterligere 250 med kjemisk rensing.

Den endring i forurensningsbelastning dette representerer framgår av **Tabell 11**. Det går fram at tilknytning av dagens hytter til renseanlegg gir en mindre belastning på Otra fra Hartevatn til Stavenes, mens belastningen på Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn økes.

Ved beregning av forurensningsbelastning er det antatt at belegget på de framtidige hytteområdene regnes med å bli tilsvarende eller større enn det som er vanlig i de eksisterende hytteområdene. Hyttene antas å bli mest brukt i påskeferien. Men området regnes også å bli mye brukt i andre perioder om vinteren. Sommerferien (juli) vil også få høyt belegg, men gjennomsnittlig trolig noe lavere enn i de nevnte vinterperiodene. Den resterende bruken blir fordelt på helger og høstferie. Det må derfor regnes med en ujevn belastning på renseanlegget og derved på resipienten.

Alle beregningene forutsetter at renseanlegget drives godt, og at det ikke skjer uhell. Erfaringsmessig viser det seg at anlegg med store variasjoner i belastningen ofte har driftsproblemer med påfølgende

reduisert rensegrad eller direkte utslipp av råkloakk. Resipienten bør derfor ha en viss "overkapasitet" for bedre å kunne motta slike støt.

Tabell 10. Nåværende belastning på Hartevatn og Otra. Organisk belastning er bare oppgitt for Hovden RA. For Hartevatn er det gitt en totaloversikt over tilførsler, mens dette ikke er tilfellet for elveavsnittene.

Oversikt over utslipp:

Til Hartevatn	kg P/år	kg N/år	kg O/år
Fra nedbør direkte på innsjø	118	826	
Fra nedbørfeltet	1350	25000	
Fra Hovden renseanlegg:	40	4000	5200
Separate anlegg:	7		
70-80 storfe			
120 vinterfora sau			
340 sau på sommerbeite			
460 da kulturbeite	28	782	
SUM	1543	30608	5200
Otra fra Hartevatn til Stavenesbrua:			
Separate utslipp:	35		
290 vinterfora sau			
800 sau på sommerbeite			
570 da kulturbeite	34	969	
450 hytter (uten kloakkutslipp)			
SUM	69	969	
Til Otra nedstrøms Stavenesbrua:			
Separate utslipp:	35		
300 vinterfora sau			
840 sau på sommerbeite			
SUM	35	0	

Tabell 11. Effekt av framtidig hyttebygging på forureningsbelastning totalt og for resipientene Otra (Hartevatn til Stavenesbrua) og Vatndalsvatn.

Totaleffekt:	
	kg P/år
1400 hytter kjemisk rensing	70
250 hytter kjemisk rensing	13
250 hytter mekanisk rensing	126
450 hytter (gevinst; - ingen rensing)	-225
Endring:	-16

Otra fra Hartevatn til Stavenesbrua:	
	kg P/år
950 hytter kjemisk rensing	0
250 hytter kjemisk rensing	0
250 hytter mekanisk rensing	126
450 hytter (ingen utslipp lenger)	-225
Endring:	-99

Vatnedalsmag.	
	kg P/år
1400 hytter kjemisk rensing	70
250 hytter kjemisk rensing	13
Endring:	83

5. Resipientkapasitet

Resipientkapasitet er beregnet ved hjelp av tilførselsmodeller (Berge 1987). De gjør det mulig å beregne akseptabel tilførsel av næringsstoffet fosfor for innsjøer basert på innsjøkarakteristika. Ved å sammenholde med dagens eller planlagt tilførsel er det mulig å kvantifisere eventuelle overskridelser av tålegrensen eller om det er "noe å gå på". Modellene er inkludert i SFTs veileder for fastsettelse av resipientkapasitet (SFT 1995).

5.1 Fosforbelastningsmodell

Resipientkapasitet vil si den mengde av det begrensende næringsstoff (fosfor i dette tilfellet) som en resipient kan motta uten at det oppstår uakseptable tilstander i form av stor algevekst. For å komme fram til resipientkapasiteten for innsjømagasinene har vi brukt to enkle fosforbelastningsmodeller for norske innsjøer som er gitt i Berge (1987). Berges modell er for grunne innsjøer, mens den såkalte RBJ-modellen er for dype innsjøer. Modellene er utviklet på bakgrunn av målte tilførsler og konsentrasjoner i en rekke lokaliteter og kalles derfor empiriske.

For å beregne konsentrasjonen av fosfor i innsjøer på bakgrunn av konsentrasjonen i innløpet og vannets teoretiske oppholdstid kan følgende formler brukes:

$$[P]_{\text{innsjø}} = 0,436 \cdot [P]_{\text{innløp}} \cdot T^{-0,16} \text{ (Berge-modellen)}$$

$$[P]_{\text{innsjø}} = 0,63 \cdot [P]_{\text{innløp}} \cdot e^{-0,067 \cdot T} \text{ (RBJ-modellen)},$$

det T er vannets teoretiske oppholdstid. $[P]_{\text{innløp}}$ beregnes som en middelkonsentrasjon ved å dele alle tilførsler på hele tilsiget for ett år. Den beregnede konsentrasjonen for $[P]_{\text{innsjø}}$ kan så vurderes med basis i det som er akseptabel tilstand. På basis av det materialet som Berge (1987) har lagt til grunn kan vi f.eks. beregne den klorofyllkonsentrasjonen som den utregnede fosforkonsentrasjonen kan gi:

$$[k\text{la}]_{\text{innsjø}} = 0,6 \cdot [P]_{\text{innsjø}}^{0,96} \text{ (Berge-modellen)}.$$

5.2 Kritiske fosfornivåer

En fosforkonsentrasjon i Hartevatn på 3 µg P/L vil etter dette gi en klorofyllkonsentrasjon på 1,7 µg kla/L, mens en mer kritisk konsentrasjon for Hartevatn på 10 µg P/L kan gi 5,5 µg kla/L. Den kritiske konsentrasjonen er avhengig av middeldypet i innsjøen:

$$[P\text{-kritisk}]_{\text{innsjø}} = -8,68 \cdot \ln z + 30,13 \text{ (Berge-modellen)},$$

og er altså 10 µg P/L for Hartevatn, eller i området 8-12 µg/L som Hindar m.fl. (1990) oppgir, siden middeldypet er 10,7 meter. Likningen viser også at et større middeldyp, som kan framkomme ved regulering, reduserer vannets selvrensningsevne. For dype innsjøer regner en med at 7 µg P/L er kritisk, og dette kan gjelde for Vatndalsvatnet og Botsvatn.

5.3 Resipientkapasitet

Vi har tatt utgangspunkt i innsjøenes utforming, vannmengder og reguleringseffekter på vannføring i elv og oppholdstider i magasinene. Beregninger er gjort av fosfortilførsler, dels på bakgrunn av data innhentet av Sørlandskonsult, dels på bakgrunn av egne beregninger.

For Hartevatn er de totale tilførsler av fosfor omlag 1540 kg, men tilsiget er sterkt redusert pga reguleringer. Middelkonsentrasjonen i tilløpet blir 6,2 µg P/L, noe som gir en konsentrasjon i innsjøen på 3,9 µg P/L og 2,2 µg kla/L. Den beregnede fosforkonsentrasjonen er høyere enn det som er målt, og tyder på at den reelle tilførselen av fosfor er mindre enn det beregnede. Forskjellen er relativt sett stor og skyldes derfor trolig at arealavrenningen fra upåvirkede områder er mindre siden dette er den desidert største enkeltkilden for fosfor.

Selv om marginene bør være forholdsvis store i høyfjellsområder og siden det knytter seg store brukerinteresser til Hartevatn, er nåværende resipientkapasitet større enn det som brukes. Middelkonsentrasjonen i tilsiget kan være opp mot 13-14 µg P/L før vannkvaliteten blir kritisk ifølge modellen. Det tilsvarer omlag 3200 kg P/år i tilførsler, dvs. over en dobling av de totale tilførsler. Siden bakgrunnsavrenningen trolig er konstant, vil denne forskjellen teoretisk sett være ”noe å gå på” for kommunen.

For Vatndalsvatn økes de totale tilførsler av fosfor med omlag 80 kg. Siden vi ikke er sikre på vannets totale volum og oppholdstid, kan vi i første omgang betrakte reguleringsmagasinet. Endringen i middelkonsentrasjon i tilløpet blir bare 0,1 µg P/L, noe som gir en helt ubetydelig konsentrasjonsendring i innsjøen (0,05 µg P/L). Selv om et framtidig renseanlegg skulle ha driftsproblemer, vil marginene være så store at dette ikke vil skape problemer for vannkvaliteten.

For Botsvatn vil vurderingen være enda ”enklere”; vannet fra Vatndalsvatnet renses ytterligere når det pumpes videre til Botsvatn ved den selvrensingen som finner sted der, og den ekstra fosfortilførselen vil ha enda mindre betydning her enn i Vatndalsvatnet.

For Otra på strekningen Harteavatn-Stavenesbrua vil etablering av et så stort antall hytter medføre rensing av utslipp i et kjemisk (for 1400-1650 hytter) eller mekanisk (for 250 hytter) renseanlegg. Ingen hytter skal i framtida bidra med urensset avløp til Otra. Dette innebærer faktisk at det totalt sett vil slippes ut mindre fosfor til ferskvannsføremønstre i framtida enn idag. Mens det blir et økt utslipp til Vatndalsvatnet via det kjemiske renseanlegget, vil en klar gevinst oppnås i Otra. Våre beregninger viser at det i framtida vil slippes ut 100 kg P/år mindre på denne strekningen enn i idag. Den økologiske statusen er god i dagens situasjon, og dette vil dermed kunne videreføres til tross for den planlagte hyttebyggingen.

Vi har ikke vurdert andre forurensningseffekter enn det som hører til endringen i næringsstofftilførsler og hygieniske forhold. Otra kan tenkes å få andre typer belastninger enn det som disse rensiltakene tar sikte på å fange opp. Her bør en også passe på å minimere påvirkningen av Otra, og det kan være lurt å finne fram til hvilken framtidig bruk en ser for seg av Otravann på strekning fra Harteavatn og videre nedover. *Otra som drikkevannskilde kan f.eks. være i faresonen ved etablering av så mye aktivitet som en slik hyttebygging vil medføre.*

6. Anbefalinger

NIVAs anbefalinger bygger kun på de beregninger og vurderinger som er gjort av vannets økologiske status, endring i næringsstofftilførsler og resipientkapasitet. Vi har vurdert den økologiske statusen som god (beste klasse) i Harteavatn i forhold til EUs vanndirektiv. Vannkjemiske og biologiske forhold viser svært næringsfattige samfunn i reguleringsmagasiner og elveavsnittene i Otra, trolig ikke vesentlig annerledes enn situasjonen ville vært uten menneskeskapt tilførsler. Både i magasinene og på Otra-stasjonene (innløp Harteavatn og på strekningen Harteavatn-Stavenesbrua) er også den økologiske statusen god.

Resipientkapasiteten er ikke overskredet i noen av lokalitetene, men minstevannføringsbestemmelsene i Otra på hele strekningen er satt svært lavt. Det medfører at en ved en så stor utbygging som det her er snakk om bør søke etter andre resipienter enn Otra. Bykle kommune har tatt konsekvensen av dette, og søker om å utnytte Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn til formålet.

Beregningene viser at en teoretisk sett får en mindre totalbelastning av fosfor ved bruk av et planlagt kjemisk renseanlegg. Selv om beregningene kunne friste til direkte utslipp i Otra, vil vi ikke anbefale dette fordi uhell eller dårlig drift kan gi en større tilførsel i perioder. Kjemiske renseanlegg som har svært variabel belastning kan være mer utsatt for svingninger også i renseeffektivitet, og dette taler for at anleggets avløp går til Vatndalsvatnet. Med den marginale endringen vi har beregnet i fosforkonsentrasjon her og i Botsvatn er det helt klart et godt alternativ å slippe rensset avløpsvann til denne resipienten.

7. Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997.
- Berge, D. 1983 (Red). Tyrifjorden. Sammenfattende sluttrapport fra undersøkelsene i 1978-81. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. ISBN 82-90356-31-5.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport, løpenr. 2001. 44 s.
- Bækken, T. og Romstad, R. 2001. Resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune. Norsk institutt for vannforskning, rapport 4330. 18 s.
- Hellawell, J.M. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier. London, 546 p.
- Hindar, A. Kroglund, F. og Brettum, P. 1990. Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn ved Hovden i Setesdal. NIVA-rapport 2498. 37 s.
- Kaste, Ø. og Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. NIVA-rapport 3866. 36 s.
- Midttun, I. 1993. Patogener i kommunalt avløpsvann. Det Norske Veritas Industri Norge AS. SFT-rapport nr. 93:25.
- Minshall, G.W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships. In: Resh, V.H. and Rosenberg D.M. 1984 (Eds.). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, NY
- Ræstad, E. og Østvold, E. 1980. 3074 SKJØNN ØVRE OTRA, Redegjørelse nr. 4. Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevatn-Sarvsfossen. Datert 25. mars 1980.
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M. og Grande, M. 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA-rapport 1263-1981. 180 sider.
- SFT-Veiledning 95:01. Bratli, J.L., H. Holtan, J. Molvær, E. Lømsland, K. Baalsrud, og A. Juliussen 1997. Miljømål for vannforekomstene. Sammenheng mellom utslipp og virkning. TA-1138/1995. 55 sider.
- SFT-Veiledning 95:02. Bratli, J.L., H. Holtan, og S. O. Åstebøl 1995. Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. TA-1139/1995. 70 sider.
- SFT-Veiledning 95:05. Bratli, J.L., E. Hauand, Dag S. Rosland, A.S. Sandnes, og L. Størset 1998. Miljømål for vannforekomstene. Hovedveiledning. TA-1142/1995. 55 sider.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport-Effekter 2001. SFT-rapport 854/2002. 194 s.
- Aanes, K.J. og Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr. 1 generell del. NIVA Rapport 2278.

Vedlegg A. Vannkjemi

Primærtabell vannkjemi for perioden oktober-01 til oktober-02.

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
1	Hartevatn, utløp	22/10/01					2	119						
1	Hartevatn, utløp	18/03/02					1	150						
1	Hartevatn, utløp	15/04/02					1	149						
1	Hartevatn, utløp	13/05/02					1	102						
1	Hartevatn, utløp	10/06/02					2	160						
1	Hartevatn, utløp	12/08/02					1	116						
1	Hartevatn, utløp	30/09/02					3	107						
1	Hartevatn, utløp	21/10/02					2	160						
2	Steinsland	22/10/01					1	101						
2	Steinsland	18/03/02					1	150						
2	Steinsland	15/04/02					1	165						
2	Steinsland	13/05/02					2	120						
2	Steinsland	10/06/02					1	99						
2	Steinsland	12/08/02					2	165						
2	Steinsland	30/09/02					2	132						
2	Steinsland	21/10/02					<1	113						
4	Stavenes	22/10/01					1	101						
4	Stavenes	18/03/02					1	160						
4	Stavenes	15/04/02					2	160						
4	Stavenes	13/05/02					2	149						
4	Stavenes	10/06/02					1	83						
4	Stavenes	12/08/02					2	98						
4	Stavenes	30/09/02					1	98						
4	Stavenes	21/10/02					1	138						
5	Hartevatn, innløp	22/10/01					1	95						
5	Hartevatn, innløp	18/03/02					1	140						
5	Hartevatn, innløp	15/04/02					2	195						
5	Hartevatn, innløp	13/05/02					3	165						
5	Hartevatn, innløp	10/06/02					2	87						

NIVA 4646-2003

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
5	Hartevatn, innløp	12/08/02					2	98						
5	Hartevatn, innløp	30/09/02					1	89						
5	Hartevatn, innløp	21/10/02					2	119						
6	Hartevatn, hovedst.	29/05/02	0									7,5		gul
6 H	artevatn, hovedst.	29/05/02	0-10	6,27	0,70	8,9	3	180	67	<0.33				
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	0									7,5		
6 H	artevatn, hovedst.	25/06/02	0-10	6,31	0,56	7,4	2	141	52	0,61				
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	0,2										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	2,5										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	5,0										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	7,5										11,5	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	10										11,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	0									9,0		grønn gul
6 H	artevatn, hovedst.	12/08/02	0-10	6,43	0,42	6,6	2	110	27	1,0				
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	0,2										18,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	2,5										17,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	5,0										16,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	7,5										15,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	10										13,0	
6 H	artevatn, hovedst.	30/09/02	0-10	6,53	0,34	8,1	2	150	28	1,1				
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	0,2								9,85			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	2,5								9,21			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	5,0								9,18			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	7,5								9,37			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	10								9,36			
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	0									8,0		gulgrønn
6 H	artevatn, hovedst.	21/10/02	0-10	6,53	0,27	4,6	2	195	56	0,80				
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	0,2										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	2,5										11,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	5,0										10,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	7,5										10,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	10										9,5	
8 V	atndalsvatn	22/10/01	0-10	6,51	0,31	2,7	1	150	80	1,1				
8 V	atndalsvatn	25/06/02	0-10	6,31	1,20	3,5	6	200	92	0,55				
8 V	atndalsvatn	30/09/02	0-10	6,47	0,42	1,9	2	146	77	1,1				

NIVA 4646-2003

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
9 Bot	svatn	22/10/01	0-10	6,21	0,42	8,9	2	170	67	0,71				
9	Botsvatn	25/06/02	0									7,5		
9 Bot	svatn	25/06/02	0-10	6,14	0,36	8,5	3	113	46	0,46				
9	Botsvatn	25/06/02	0,2										12,0	
9	Botsvatn	25/06/02	2,5										12,0	
9	Botsvatn	25/06/02	5,0										11,5	
9	Botsvatn	25/06/02	7,5										11,0	
9	Botsvatn	25/06/02	10										10,0	
9	Botsvatn	30/09/02	0									8,0		grønn gul
9 Bot	svatn	30/09/02	0-10	6,35	0,39	4,6	2	175	82	0,45				
9	Botsvatn	30/09/02	0,2										10,0	
9	Botsvatn	30/09/02	2,5										9,0	
9	Botsvatn	30/09/02	5,0										9,0	
9	Botsvatn	30/09/02	7,5										8,5	
9	Botsvatn	30/09/02	10										8,5	

Vedlegg B. Planteplankton

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Botsvatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2001	2002	2002
	Måned	10	6	9
	Dag	22	25	30
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima		13,6	.	10,1
Sum - Blågrønnalger		13,6	0,0	10,1
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=8)		.	.	0,4
Cosmarium sp.		.	0,4	.
Crucigenia quadrata		0,2	.	.
Gyromitus cordiformis		0,1	.	0,3
Monoraphidium dybowskii		0,1	.	.
Oocystis marssonii		0,2	.	.
Oocystis rhomboidea		.	.	0,1
Oocystis submarina v. variabilis		0,7	.	1,3
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		2,2	0,1	2,1
Sum - Grønnalger		3,4	0,4	4,2
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		0,2	.	0,2
Chrysolykos skujai		.	1,9	.
Craspedomonader		0,1	0,3	0,1
Dinobryon borgei		.	.	0,2
Dinobryon crenulatum		.	2,2	0,2
Dinobryon cylindricum var. alpinum		.	0,3	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,1	10,4	0,6
Kephyrion sp.		.	0,5	.
Ochromonas sp.		0,3	0,3	0,5
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		0,8	2,4	0,9
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,3	.
Små chrysonader (<7)		3,7	24,9	.
Store chrysonader (>7)		2,2	2,6	47,8
Ubest.chrysonade (Ochromonas sp.?)		1,8	0,3	0,2
Ubest.chrysophyceae		0,1	0,2	0,3
Sum - Gullalger		9,2	46,5	50,8
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
Tabellaria flocculosa		.	0,6	.
Sum - Kiselalger		0,0	0,6	0,0
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
Cryptomonas marssonii		0,6	.	0,3
Cryptomonas sp. (l=20-22)		3,8	1,7	1,9
Cryptomonas spp. (l=24-30)		0,5	.	.
Katablepharis ovalis		0,8	0,6	0,4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1,4	1,7	0,9
Sum - Svelgflagellater		7,3	3,9	3,5
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gymnodinium cf. lacustre		1,0	4,2	0,7
Gymnodinium cf. uberrimum		5,8	5,8	2,9
Gymnodinium sp. (l=14-16)		.	1,2	0,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		1,4	1,5	1,4
Ubest.dinoflagellat		.	0,5	0,9
Sum - Fureflagellater		8,2	13,2	6,6
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)				
Isthmochloron trispinatum		.	1,3	0,1
Sum - Gulgrønnalger		0,0	1,3	0,1
My-alger				
My-alger		7,6	12,1	7,8
Sum - My-alge		7,6	12,1	7,8
Sum totalt :		49,3	78,1	83,1

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Vatndalsvatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2001	2002	2002
	Måned	10	6	9
	Dag	22	25	30
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Chroococcus limneticus		0,1	.	.
Merismopedia tenuissima		0,3	.	6,1
Sum - Blågrønnalger		0,4	0,0	6,1
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=12)		.	.	0,2
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,3	0,7	0,5
Gyromitus cordiformis		0,3	.	.
Monoraphidium dybowskii		0,3	.	1,2
Oocystis submarina v. variabilis		0,9	0,2	4,5
Paramastix confera		.	0,5	0,2
Sphaerocystis schroeteri		.	0,2	.
Tetraedron minimum v. tetralobulatum		0,1	.	0,3
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		0,6	0,1	.
Sum - Grønnalger		2,4	1,7	7,0
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		.	0,2	0,7
Chrysolykos skjulai		0,2	0,2	.
Craspedomonader		.	0,1	0,8
Dinobryon borgei		.	0,2	.
Dinobryon crenulatum		0,6	2,0	0,4
Dinobryon cylindricum var. alpinum		.	0,1	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,2	0,2	.
Kephyrion litorale		0,1	0,2	0,1
Kephyrion sp.		0,2	0,5	0,4
Løse celler Dinobryon spp.		0,2	.	.
Mallomonas spp.		.	2,3	.
Ochromonas sp.		0,3	0,5	0,9
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1,3	1,0	1,4
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,2	.
Små chrysomonader (<7)		7,1	25,6	16,0
Stichogloea doederleinii		.	.	18,3
Store chrysomonader (>7)		2,2	4,7	7,8
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0,2	0,2	0,3
Ubest.chrysophyceae		.	.	0,1
Sum - Gullalger		12,5	38,0	47,2
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
Cyclotella kützingiana		1,7	0,7	40,1
Cyclotella radiosa		.	.	1,9
Tabellaria flocculosa		.	.	0,4
Sum - Kiselalger		1,7	0,7	42,4
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
Cryptaulax vulgaris		0,2	.	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)		1,3	0,7	2,6
Katablepharis ovalis		0,2	0,6	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		0,3	.	.
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1,2	1,4	0,2
Sum - Svelgflagellater		3,2	2,7	3,3
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gymnodinium cf. lacustre		0,8	16,2	1,6
Gymnodinium cf. uberrimum		2,9	8,1	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)		0,7	1,4	1,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		4,2	8,5	23,5
Ubest.dinoflagellat		0,2	1,2	.
Sum - Fureflagellater		8,8	35,3	26,8
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)				
Isthmochloron trispinatum		.	0,3	.
Sum - Gulgrønnalger		0,0	0,3	0,0
My-alger				
My-alger		5,1	7,3	21,4
Sum - My-alger		5,1	7,3	21,4
Sum totalt :		34,1	86,0	154,3

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Hartevatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2002	2002	2002	2002	2002
	Måned	5	6	8	9	10
	Dag	29	25	12	30	21
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Merismopedia tenuissima		.	.	6,5	2,9	1,3
Tychonema bornetii		.	.	1,5	.	.
Sum - Blågrønnalger		0,0	0,0	8,0	2,9	1,3
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Ankistrodesmus falcatus		.	0,2	.	.	.
Carteria sp. (l=6-7)		0,2	.	.	0,8	0,5
Chlamydomonas sp. (l=12)		0,5	.	.	4,0	.
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,1	.	0,3	.	0,1
Euastrum elegans		0,3
Monoraphidium dybowskii		.	.	0,2	0,8	0,4
Oocystis submarina v. variabilis		0,4	.	2,1	0,4	0,1
Paramastix confifera		0,1	.	.	.	0,1
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		.	0,1	0,3	0,5	.
Sum - Grønnalger		1,3	0,3	3,0	6,4	1,5
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bicosoeca sp.		0,2
Bitrichia chodatii		.	0,2	0,3	0,9	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		.	.	0,4	0,3	0,3
Chrysococcus spp.		0,3
Chrysolykos skujai		0,6	0,2	0,1	1,1	0,8
Craspedomonader		1,1	.	0,3	0,5	0,1
Dinobryon borgei		.	0,1	0,2	0,2	.
Dinobryon crenulatum		.	1,2	0,4	0,8	.
Dinobryon cylindricum var. alpinum		1,0	.	.	.	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,2	0,4	0,7	0,4	0,4
Dinobryon suecicum v. longispinum		.	.	0,1	.	.
Kephyrion boreale		.	.	.	0,1	.
Kephyrion litorale		.	.	0,1	0,1	.
Kephyrion sp.		.	0,1	.	0,4	0,2
Løse celler Dinobryon spp.		.	.	2,2	0,4	.
Mallomonas spp.		0,3	.	1,6	0,2	.
Ochromonas sp.		0,3	.	2,1	1,8	1,7
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1,7	1,0	2,4	2,1	1,5
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,1	0,2	0,1	.
Små chrysomonader (<7)		11,8	18,7	19,8	26,1	10,8
Stichogloea doederleinii		.	.	.	0,3	0,3
Store chrysomonader (>7)		2,2	4,7	4,3	8,2	3,0
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0,3	.	1,0	1,3	2,3
Ubest.chrysophyceae		0,1	.	0,2	0,1	0,1
Sum - Gullalger		19,6	26,7	36,5	45,5	22,0
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Achnanthes sp. (l=15-25)		0,6	.	.	.	.
Eunotia lunaris		0,2	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=30-40)		0,0	0,0	.	0,1	.
Fragilaria sp. (l=40-70)		0,2
Frustulia rhomboides v. saxonica		0,3	.	.	0,3	.
Tabellaria flocculosa		0,4	0,4	.	.	.
Sum - Kiselalger		1,5	0,4	0,0	0,4	0,2

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Hartevatn, forts.
Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2002	2002	2002	2002	2002
	Måned	5	6	8	9	10
	Dag	29	25	12	30	21
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
Cryptaulax vulgaris		0,3	.	.	.	.
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		.	.	.	1,1	1,8
Cryptomonas marssonii		.	0,7	2,8	2,6	1,3
Cryptomonas sp. (I=20-22)		1,4	1,4	8,9	5,0	3,4
Cryptomonas spp. (I=24-30)		0,5	.	1,5	2,0	2,0
Katablepharis ovalis		0,1	1,0	4,3	1,1	0,4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		1,1	.	1,2	1,2	2,3
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		0,8	2,3	6,6	5,4	3,8
Ubest.cryptomonade (I=6-8) Chro.acuta ?		0,6	0,1	0,5	.	.
Sum - Svelgflagellater		4,8	5,6	25,8	18,3	15,0
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Gymnodinium cf.lacustre		4,0	5,9	4,6	6,3	3,2
Gymnodinium cf.uberrimum		.	.	2,5	2,5	.
Gymnodinium sp. (I=14-16)		1,4	1,4	1,0	3,6	1,4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		2,8	2,5	7,0	28,0	2,8
Ubest.dinoflagellat		.	0,9	3,2	1,6	0,2
Sum - Fureflagellater		8,2	10,7	18,3	42,0	7,7
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)						
Isthmochloron trispinatum		.	0,3	.	2,3	0,2
Sum - Gulgrønnalger		0,0	0,3	0,0	2,3	0,2
My-alger						
My-alger		10,1	5,3	10,5	15,1	11,6
Sum - My-alge		10,1	5,3	10,5	15,1	11,6
Sum totalt :		45,5	49,3	102,1	132,9	59,5

Vedlegg C. Vannvegetasjon

Begroingsobservasjoner Innløp Hartevatn

Fylke: Aust-Agder

Kommune: Bykle

Dato: 26.09.2002

Elv: Otra Øvre

Prøvetaker: Stein W. Johansen

Stasjon: Innløp Hartevatn

Bearbeidet av: Randi Romstad

UTM: 32 407300 660300

Elvens bredde (m) : 50	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat-Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekskjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0,2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Moser:	Ubestemt bladmose	2
Alger:	<i>Zygonium</i> sp.3 (21µm)	40
	<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	15
	<i>Stigonema mamillosum</i>	15
	<i>Mougeotia</i> sp. (11µ)	3
	<i>Zygnema</i> sp. (24µm)	1
	<i>Bulbochaete</i> sp.	1
	<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i>	xx
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
	<i>Mougeotia</i> sp. (4,5µ)	xx
	<i>Zygnema</i> sp. (18µm)	xx
	<i>Phormidium hetropolare</i>	xx
	<i>Calothrix gypsophila</i>	xx
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Stigonema minutum</i>	x
	<i>Chamaesiphon rostafinskii</i>	x
	<i>Binuclearia tectorum</i>	x
	<i>Oedogonium</i> sp. (10µm)	x
	<i>Penium</i> spp.	x
	<i>Closterium</i> spp.	x
Ub	estemte kiselalger	x
Nedbrytere:	jernbakterier	x

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Stasjonen har et artsrikt algesamfunn, preget av arter som trives i næringsfattige vassdrag. Typiske rentvannsarter som grønnalgen *Zygonium* sp3 (21µm) og blågrønnalgene *Stigonema mamillosum* og *Coleodesmium sagarmathae* er rikelig tilstede i algesamfunnet. *Coleodesmium sagarmathae* og *Stigonema mamillosum* er begge karakteristiske arter i elver med svakt surt eller nøytralt vann med lavt innhold av næringssalter.

Begroingsobservasjoner Utløp Hartevatn**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Utløp Hartevatn**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 409150 6599250

Elvens bredde (m) :	10	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat-Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav):	M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekk sjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:		Grus (0.2-2cm):		Stor stein (15-40cm):	
Sand:		Små stein (2-15cm):		Blokker/Svaberg:	

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3 (19-24µm)	50
	<i>Zygnema</i> sp. (24-26µm)	20
	<i>Bulbochaete</i> sp.	10
	<i>Tabellaria flocculosa</i> 10	
	<i>Stigonema mamillosum</i>	5
	<i>Stigonema minutum</i> xxx	
	<i>Stigonema hormoides</i> xx	
	<i>Gloeocapsopsis</i> sp. xx	
	<i>Chamaesiphon amethystinus</i>	xx
	<i>Cyanophanon mirabile</i> xx	
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Mougeotia</i> sp. (4,5-11µm)	x

Nedbrytere: Jern-/manganbakterier xxx**Tilstandsklasse** (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Grønnalgen *Zygonium* sp3 (19-24µm), *Zygnema* sp. (24-26µm) og *Bulbochaete* sp. er alle vanskelige å bestemme til art. Alle tre er karakteristiske alger i næringsfattige vassdrag. Blågrønnalgeslekten *Stigonema* her med artene *S. mamillosum*, *S. minutum* og *S. hormoides*, trives ikke i vassdrag med høy ledningsevne, men finnes i svakt sure vassdrag med lavt innhold av næringssalter. Forekomsten av grønnalgen *Bulbochaete* sp., kiselalgen *Tabellaria flocculosa* og jern-/manganbakterier indikerer at vannet er noe humusrikt.

Begroingsobservasjoner Steinsland**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Steinsland**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 409600 6592900

Elvens bredde (m) : 20	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat- Langsom-Stille):	M-L
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekk sjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0.2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3	7	5
	<i>Stigonema mamillosum</i>		10
	<i>Scytonema mirabile</i>		5
	<i>Bulbochaete</i> sp.	2	
	<i>Tabellaria flocculosa</i>		<1
	<i>Stigonema minutum</i>		xxx
	<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet)		xxx
	<i>Penium</i> spp.	xx	
	<i>Binuclearia tectorum</i>		x
	<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)		x
	<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)		x
	<i>Merismopedia punctata</i>		x
	<i>Schizothrix</i> sp.	x	
	<i>Calothrix</i> sp.	x	
	<i>Scytonematopsis starmachii</i>	x	
	<i>Cyanophanon mirabile</i>		x
Ciliater:	<i>Ophrydium versatile</i>		<1
	<i>Vorticella</i> sp.	xx	x
Nedbrytere:	jernbakterier	x	

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I - II**

Kommentar: Begroingssamfunnet er artsrikt og preget av alger som trives i næringsfattig vann. Grønnalgen *Zygonium* sp3 som dominerer begroingen, er en god rentvannsindikator. Blågrønnalgene *Stigonema mamillosum*, *S. minutum* og *Scytonema mirabile* er alle typiske for vassdrag med lavt innhold av næringsalter. Forekomsten av ciliaten *Vorticella* sp., indikerer tilførsel av noe partikulært organisk materiale.

Begroingsobservasjoner Stavenes bru**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Stavenes bru**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 408400 6580300

Elvens bredde (m) : 20	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat- Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekk sjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0,2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3 (18-22µm)	40
	<i>Stigonema mamillosum</i> 15	
	<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	5
	<i>Bulbochaete</i> sp.	5
	<i>Mougeotia</i> sp. (15µm)	3
	<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)	xx
	<i>Penium</i> spp. xx	
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
	<i>Scytonema mirabile</i>	xx
	<i>Calothrix</i> sp. x	
	<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet) x	
	<i>Merismopedia punctata</i>	x
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	x
	<i>Rivularia</i> sp.	x
	<i>Binuclearia tectorum</i>	x
	<i>Microspora palustris</i>	x
	<i>Microspora palustris</i> var. <i>minor</i>	x
	<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)	x
Ciliater:	<i>Vorticella</i> sp.	x
Nedbrytere:	jernbakterier x	

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Begroingen er artsrik og består av arter som trives i vann med lite innhold av næringssalter. Typiske rentvannsarter som grønnalgene *Zygonium* sp3 (18-22µm) og *Bulbochaete* sp. samt blågrønnalgene *Stigonema mamillosum* og *Coleodesmium sagarmathae* er rikelig tilstede i algesamfunnet. Det ble ikke funnet arter som trives i næringsrikt vann, eller nedbrytere av betydning.

Vedlegg D. Bakteriologi

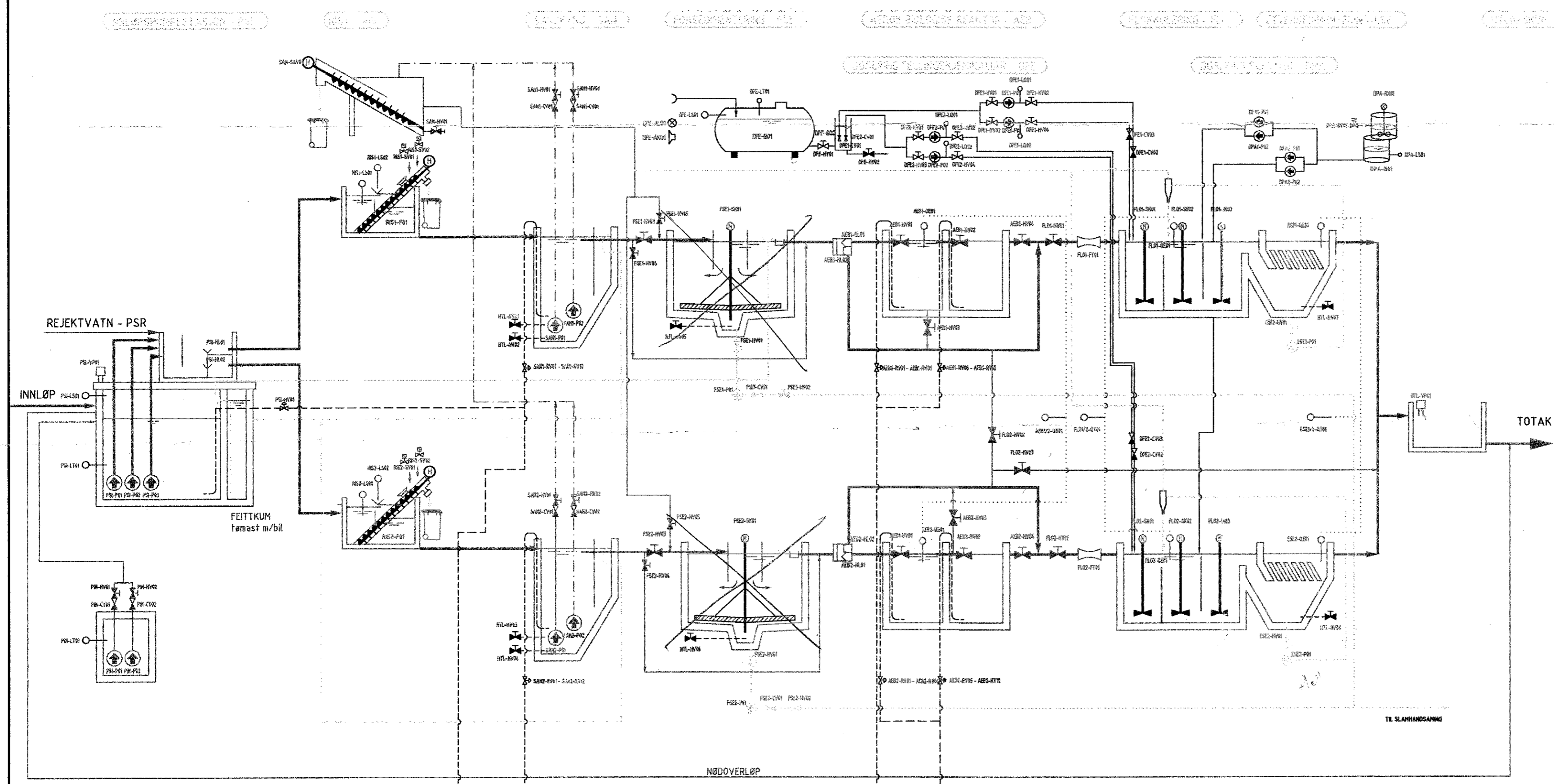
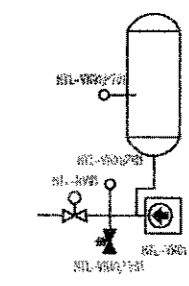
Primærtavell for bakterieanalyser med middel-, min- og max-verdier fra fem stasjoner
(Tot.ant.=ant/ml, Kolif/TKB = ant/100ml) (prøvene er analysert ved AnalyCen, Arendal).

St.nr.	St.navn	Dato	Tot. ant. 22C	Tot. ant. 37C	Kolif.	Termostab. kolif.
1	Hartevatn, utløp	22.10.2001	200	2	13	0
1	Hartevatn, utløp	18.03.2002	210	2	4	0
1	Hartevatn, utløp	13.05.2002	240	3	1	0
1	Hartevatn, utløp	10.06.2002	85	1	0	0
1	Hartevatn, utløp	12.08.2002	320	4	3	0
1	Hartevatn, utløp	30.09.2002	20	1	0	0
1	Hartevatn, utløp	21.10.2002	40	2	0	1
1	Hartevatn, utløp	Mid	159	2	3	0
		Min	20	1	0	0
		Max	320	4	13	1
		N	7	7	7	7
2	Steinsland	22.10.2001	220	10	21	0
2	Steinsland	18.03.2002	140	0	0	0
2	Steinsland	13.05.2002	440	6	3	1
2	Steinsland	10.06.2002	140	5	0	0
2	Steinsland	12.08.2002	700	120	20	9
2	Steinsland	30.09.2002	140	20	1	1
2	Steinsland	21.10.2002	30	4	0	0
2	Steinsland	Mid	259	24	6	2
		Min	30	0	0	0
		Max	700	120	21	9
		N	7	7	7	7
4	Stavenes	22.10.2001	270	3	13	0
4	Stavenes	18.03.2002	130	1	3	0
4	Stavenes	13.05.2002	800	10	2	0
4	Stavenes	10.06.2002	140	1	1	0
4	Stavenes	12.08.2002	345	35	8	2
4	Stavenes	30.09.2002	280	15	3	1
4	Stavenes	21.10.2002	110	4	1	0
4	Stavenes	Mid	296	10	4	0
		Min	110	1	1	0
		Max	800	35	13	2
		N	7	7	7	7
5	Hartevatn, innløp	22.10.2001	160	12	0	0
5	Hartevatn, innløp	18.03.2002	125	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	13.05.2002	840	10	0	0
5	Hartevatn, innløp	10.06.2002	85	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	12.08.2002	360	44	15	5
5	Hartevatn, innløp	30.09.2002	25	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	21.10.2002	115	7	0	0
5	Hartevatn, innløp	Mid	244	11	2	1
		Min	25	2	0	0
		Max	840	44	15	5
		N	7	7	7	7
6	Hartevatn, hovedst.	12.08.2002	200	7	0	0
6	Hartevatn, hovedst.	30.09.2002	10	2	0	0
6	Hartevatn, hovedst.	Mid	105	5	0	0
		Min	10	2	0	0
		Max	200	7	0	0
		N	2	2	2	2

Vedlegg E. SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann

Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997).

Virknings av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringsalter	Total fosfor, $\mu\text{g P/l}$	<7 7-	11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, $\mu\text{g/l}$	<2 2-	4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6 4-	6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, $\mu\text{g N/l}$	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/l	<2,5 2,	5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall, mg Pt/l	<15 15	-25	25-40	40-80	>80
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9 6,	5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80 50	-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6 4-	6	2-4	1-2	<1
	KOF _{Mn} , mg O/l	<2,5 2,	5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, $\mu\text{g Fe/l}$	<50 5	0-100	100-300	300-600	>600
Forsurende stoffer	Mangan, $\mu\text{g Mn/l}$	<20 20	-50	50-100	100-150	>150
	Alkalitet, mmol/l	>0,2 0,	05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
Partikler	pH	>6,5 6,	0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
	Turbiditet, FTU	<0,5 0,	5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff, mg/l	<1,5 1,	5-3	3-5	5-10	>10
Tarmbakterier	Siktedyp, m	>6 4-	6	2-4	1-2	<1
	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5 5	-50	50-200	200-1000	>1000



TEGN.NR.: 1-6601	FAG: VAR	REV. C
DOKUMENTASJONSTEGNING		
ARBEIDSTEGNING		
ANBUDESTEGNING		
ANMELDSESTEGNING		
FORELØPIC TEGNING		

ANMERKNINGER:

C	PUMPESTASJON OVERVATN	JT	04.11.08
B	TURBIDITETS- OG pH-MÅLERE	JT	22.08.08
A	ARBEIDSTEGNING	JT	22.08.08

REV. INDEX	ENDRINGEN GJELDER	SIGN	KONTR	DATO
------------	-------------------	------	-------	------

VINJE KOMMUNE
RAULAND RENSEANLEGG

NYTT RENSEANLEGG
FLYTSKJEMA - RENSEPROSSESS

MALESTOKK: A2	TEGN.: JT DATO: 13.03.08	KONTR.: DATO:
------------------	-----------------------------	------------------

TEGN.NR.: 1-6601	FAG: VAR	REV. C
------------------	----------	--------

PROSJEKTNR.: 103967 Filnavn: 03967\tegninger\rim\1-6601

TVEITEN AS
RÅDGIVENDE INGENIØRER
Seljord tlf. 35 06 44 44 Kongsberg tlf. 32 29 90 90



DNV

DET NORSKE VERITAS

TYPEGODKJENNINGSBEVIS

Kvalitetskontrollert minirensanlegg

Typegodkjenningensbevis nr. 18

Det bekreftes herved at

Biodisc BA-BE, ett til syv hus anlegg, klasse 1

tilfredsstillende DNVs "Normer for typegodkjenning av minirensanlegg".

Produsent:
Importør/leverandør:
Klassifisering:
Kapasitet:
Merknader:

Klargester Treatment Systems

Klargester NUF

Klasse 1

Ett til syv hus

Typegodkjenningensbeviset er bare gyldig når det er vedlagt et dokument fra leverandør med opplysninger om det leverte anleggets produksjonsnummer og år, samt en bekreftelse om at anlegget tilsvarer det typeprøvede.

* Dette er tilnærmet de samme normene som Statens forurensningstilsyn (SFT) tidligere forvaltet.

Sted dato
Høvik 27.08.2004

Dette bevis er gitt fornyet
gyldighet til
01.09.2009

Jan Aug. Myhrstad
Sjefsingeniør

Ole Kristian Sollie
Prosjektleder

PERFORMANCE RESULTS

Klargester NUF
Gjerdrumsvei 10 D
0484 Oslo
Norway



EN 12566-3

Small wastewater Treatment systems for up to 50 PT- Part 3

BioDisc (BA) with chemical dosing equipment (5 PT with 200 litres per person per day)

Hydraulic Daily Load	1.00 m ³ /day
Material	Glass Reinforced Plastic. (GRP)
Water tightness (water test)	Pass
Nominal flow Treatment Efficiency	COD 87%
	BOD ₅ 93%
	SS 90%
	NH ⁴ 63%
	P 90%
	N Total 49%
pH	7.2
Electrical Consumption	1.36kWh/day

Performance tested by;

Date tests completed November 2006

Prüfinstitut für Abwassertechnik
(PIA GmbH)
Hergenrather Weg 30
D-52074 Aachen
Germany

PIA GmbH
Prüfinstitut für Abwassertechnik
Hergenrather Weg
52074 Aachen



HOVDEN RENSANNLEGG

Kort assessment[©]

Renseanleg for Bykle komune – Nordregionen inklusive
Hoslemo-Ørnefjell- Hovden

Sivil Ingeniør Zhanna B Jansen
5/7/2009



Denne korte utredning har i store trekk benyttet utredning fra NIVA og Sweco AS samt studier utført i Norge og utlandet.

Det er videre tatt hensyn til ordlyden i RÅDSDIREKTIV av 21. mai 1991 om rensing av avløpsvann fra byområder, 91/271/EØF, med endring av 98/15/EF :

Artikkel 3

1. Medlemsstatene skal påse at all tettbebyggelse har avløpsnett for avløpsvann fra byområder:- senest 31. desember 2000 for tettbebyggelse med over 15 000 personekvivalenter (pe) og- senest 31. desember 2005 for tettbebyggelse med mellom 2 000 og 15 000 pe. Når det gjelder utslipp av avløpsvann fra byområder i recipientvann betraktet som "følsomme områder", som definert i artikkel 5, skal medlemsstatene påse at det senest 31. desember 1998 anlegges avløpsnett i tettbebyggelse med over 10 000 pe. Når det ikke er berettiget grunn til å anlegge avløpsnett, enten fordi det ikke vil være noen vinning for miljøet, eller fordi det vil medføre uforholdsmessig store utgifter, kan det benyttes individuelle systemer eller andre egnede systemer som sikrer tilsvarende vern av miljøet.

2. Avløpsnettene nevnt i nr. 1 skal oppfylle kravene i vedlegg I avsnitt A. Kravene kan endres i henhold til fremgangsmåten fastsatt i artikkel

Det er lagt vekt på de miljømessige så vell som de økonomiske konsekvenser, videre er det tatt i betraktning og oppgitte framtidsperspektiver vedrørende vekst i området samt teknisk utvikling av tilgjengelig renseteknologi.

Det er foretatt sammenligninger og befaring ved anlegg i tilsvarende turistområder på kontinentet, blant annet i Tyskland, Frankrike, Sveits, Østerrike, Scotland, Nord Italia, Canada og USA steder hvor svingningen i folketallet varierer med samme frekvens som i Bykle/Hovden området.

Denne utredningen er ett tillegg på Norsk til S. Ing. Zhanna B. Jansens Master oppgave i Vannrensing og Filteringsteknologi som kommer i tillegg til eksisterende utdanning som Sivili Ingeniør.

Sentralt anlegg basert på konvensjonell teknolog.

Ett konvensjonelt anlegg som benytter Kjemisk så vell som Biologisk Flow Media samt sandfilter har en kjent historie og vil med en konstant mengde av tilflyt tilfredstille de fleste behov for rensing innenfor det eksisterende regelverk.

Konstant tilførsel er ikke det forhold som karakteriserer Hovden og de tilstøtende hytteområder med innslag av kun mindre sprett fast beboelse.

Det er ingen forskriftmessige, økologiske eller driftsmessige fordeler som tilsier at ett sentralt anlegg med tilflyt/pumping av Media over ett stort område med relativt stor elevasjon. Lagring av media ved pumpestasjonene eller lagringstanker som planlagt er ikke ønskelig da dette vil forårsake uønskede septikkforhold og økte driftsmessige kostnader.

Pumping over og større distanser vil medføre økte økonomiske utgifter med muligheter for utslipp av ubehandlet media samt uforholdsmessig store anleggskostnader.

Det vises til som eksempel den oppståtte lekkasje i neddykket kloledning i Mjøsa hvor store mengder rått media lekket ut i en kommunal drikkevannskilde.

Det er ingen fordeler som kan forsvare de økte merkostnader ved ett sentralt anlegg. merkostnader som må fordeles på innbyggere og Hytteiere både ved anlegg og drift.

Desentralisering:

Kostnadmessige og økologiske årsaker tilsier at det er riktig å benytte teknologi som uten vansker kan ta den variable belastningen og samtidig tilfredsstille den prosjekterte ekspansjon i området Bykle Nord. Å bygge ett anlegg som vil være for stort til å møte det nåværende behov medfører både uønskede kostnadmessige og driftsmessige konsekvenser.

Å møte den variable belastning ved å la en del av anlegget kun være i funksjon en kort del av året er komplisert både økonomisk og driftsmessig og vil innebære at veksten av biologisk materiale må gjenoppbygges hver gang dette tas i bruk.

Det er riktig å satse på desentralisering ved hjelp av godkjente eksisterende utstyr samt med eventuell fornyelse, og om nødvendig, senere å samle de mindre områdene som det med tiden blir besluttet å utbedre i fjernovervåkede Biodiskannlegg med naturlig utsiging og biologisk nedbrytning i tilstøtende egnet masse.

Det vil forurensningsmessig være en fordel om utslippene som i dag fra den sørlige delen som Sweco's rapport omtaler spres over større område enn om man pumper alt til ett større anlegg.

Naturen vil ved biologisk prosess i sand og masse bryte ned de små mengdene som er tilbake etter rensingen i de eksisterende mindre anlegg.

Regelverket inneholder ingen krav om at det er påkrevet å samle alt i ett sentralt anlegg, men tvert imot fraråder dette, tatt de lokale forhold i betraktning er dette heller ikke tilrådelig.

Innslaget av fastboende er lavt i det Sørlige område, som er tenkt utbygget, og det er ingen prognoser som tilsier at dette vil øke. Forholdene i områder med innslag av fastboende kan enkelt løses ved montering av mindre fjernovervåkede minianlegg (som f.eks. Biodisk fra Klargesten). Godkjente Biodisk anlegg kan ved kommunal subsidiering av disse mindre anlegg være riktig og på langt nær beløpseg til de store umiddelbare kostnader som konstruksjon, vedlikehold av rørsystem og pumpestasjoner vil påføre kommunen og derved dens innbyggere og hytteeiere.

Nyere hytteområder har allerede godkjente anlegg og det vil ikke være økonomisk riktig å sette disse inn i en større sammenheng. Ett skikkelig kommunalt regelverk vil fange opp de eksisterende og fremtidig fritidsbolig bebyggelse, heller ikke her tilsier vekstprognoser at utbyggingen vil være belastende for områdets økologi ved benyttelse av mindre enheter.

Rensanlegg

Hovden Sentralt:

Det virker riktig å satse på ett f.remtidsrettet rensanlegg sentralt på Hovden hvor det Sentralt tilknyttets det rørsystem som i dag eksisterer.

Det foreslås en unik utprøvd Biobooster produsert av Grundfos - Danmark. Bioboosteren fra Grundfos kan uten problemer behandle den varierende belastning uten lagring av media ved høy belastning og uten vesentlig nedbrytning av biomasse ved lav belastning. Bioboosteren imøtekommer eller overstiger de eksisterende og fremtidige krav til utslippskvalitet.

Utstyret kommer i ferdige seksjoner og overflødiggjør oppsetting av nye bygninger. I stedet for å bygge ett anlegg basert på antakelser om fremtidig vekst kan anlegget enkelt og økonomisk ekspanderes etter behov.

Konklusjon og anbefaling:

1. For de sørlige områdene, hoslemo, Ørnefjell et c. med noe innslag av fastboende bør det benyttes Biodisk anlegg fra f.eks Klargester dimisjonert etter behov. Det er her ikke nødvendig å føre det rensede media ut i vann eller elv, men filtrere dette gjennom en dertil egnet masse som vil stå for den endelige biologiske nedbrytning.

2. For hovdanlegg for Hovden (Nord) vil det være mest riktig av estetiske og av praktiske grunner å benytte det opparbeidede industriområde ved Harte vann for plassering av rensaanlegget.

Det bygges et nytt rensaanlegg basert på fremtidsrettet teknologi. Det bør legges vekt på miljø og økonomi både ved oppføring og ved drift. Anlegget dimensjoneres etter dagens behov, uten uten unødvendige teknologiske konstruksjoner. Anlegget vil og være istand til å ta de sesongmessige svingninger for Hovden med en margin på 10%.

Det anbefales et modulbasert og fremtidsrettet anlegg som er enkelt å ekspandere etter behov. De tiltenkte modulene er servicevennlig og totalt fjernbetjent. En serviceavtale med leverandør vil kunne sikre kontinuerlig drift med minimum bemanning og overflødiggjøre ytterlige ekspansjon av kommunalt ansatte.

Kostnader for Grundfoss Biobooster Hovden/ Harte vann rensaanlegg:

Entreprise er kalkulert som følger:

GGB plant container (23 containers)	NOK	22 416 000
--	------------	-------------------

Inklusive levering og montering på Industriområde.
Overstående inkluderer:

NOK	4 752 000
------------	------------------

- 1. stk. 2000 m³ utjevningstank
- 1 stk. utvannings container
- 1. stk. 15 m³ kjemikalie tank

Entreprenørarbeide inklusive rørarbeide og elektrisk

NOK	1 860 000
-----	-----------

Kommisjonering, design og prosjekt ledelse

NOK	492 000
-----	---------

Turn key pris - Ferdigstil og klar til operasjon.

NOK	22 416 000
------------	-------------------

Overstående priser er ca og gjendstand for forhandlinger

Overstående utgjør en meget vesentlig besparelse i forhold til det prosjekterte anlegg. Besparelsen kommer kommunene i sin helhet til gode og overflødiggjøre unødvendige uttelling.

Jostein Thorvaldsen

Sivilingeniør

Telefon: 35 06 44 31

Mobil: 992 13 271

Faks: 35 05 09 41

Jostein.Thorvaldsen@sweco.no

SWECO Norge AS

Vekanvegen 10

Postboks 120, 3835 Seljord

Telefon: 35 06 44 44

Faks: 35 05 09 41

<http://www.sweco.no/>

Fra: Zhanna Borysivna Jansen [mailto:zb.jansen@stud.uis.no]

Sendt: 12. mai 2009 11:24

Til: Thorvaldsen, Jostein

Emne: Tilbakemelding

Hei!

Høper du har tatt deg tid til å lese min Assesment.

Dene er fremkommet som et product av min Master Oppgave som etter vert er blitt temmelig stor og har som du ser medført en utstrakt reisevirksomhet.

Håper du tar deg tid til å komme tilbake med dine kommentarer.

Jeg vil gjerne komme inn på problemet vedrørende partial load:

1. Hvordan er det tenkt å starte opp linge # 2 før storinnrykket av hyttefolk/ Turister.
- 2, Hvordan har Dere tenkt å holde liv i bakterie floraen i den delen av annlegget som ikke er i drift.
3. Hvordan unngår Dere problemer med forming av septik om kloakken lagres en tid i pumpestasjoner eller i lagringstanker før den sendes til kloakkrenseanlegget.

Med hilsen

Zhanna B. Jansen

2. Når ei linje blir tatt ut av drift, vil den bli luftet i ca 3 uker. Avløpsvannet i reaktoren vil da være fullstendig nedbrutt. Linja kan da stertes igjen når belastningen øker. Selvsagt vil linja da ha redusert renseeffekt, men vi har et etterfølgende rensetrinn som normalt renser organisk stoff til 70 % renseeffekt. Ellers er den biologiske kulturen festet til bærere, i likhet med den biologiske kulturen i Klargesters BioDisc.
3. Alle pumpestasjoner vil være forberedt på tilsetning av Nutriox eller tilsvarende. I tillegg kan det bli aktuelt å spyle gjennom enkelte ledningsstrek med rein vann for å få byttet ut avløpsvannet.

Lykke til med oppgava, og med arbeidslivet etter avsluttet studium!

Med hilsen

Jostein Thorvaldsen

Sivilingeniør

Telefon: 35 06 44 31

Mobil: 992 13 271

Faks: 35 05 09 41

Jostein.Thorvaldsen@sweco.no

SWECO Norge AS

Vekanvegen 10

Postboks 120, 3835 Seljord

Telefon: 35 06 44 44

Faks: 35 05 09 41

<http://www.sweco.no/>

Fra: Zhanna Borysivna Jansen [mailto:zb.jansen@stud.uis.no]

Sendt: 12. mai 2009 11:24

Til: Thorvaldsen, Jostein

Emne: Tilbakemelding

Hei!

Høper du har tatt deg tid til å lese min Assesment.

Zhanna B. Jansen
Sivilingeniør
Postboks 80
4756 Hovden

Jostein Thorvaldsen

Sivilingeniør

Telefon: 35 06 44 31

Mobil: 992 13 271

Faks: 35 05 09 41

Jostein.Thorvaldsen@sweco.no

SWECO Norge AS

Vekanvegen 10

Postboks 120, 3835 Seljord

Telefon: 35 06 44 44

Faks: 35 05 09 41

<http://www.sweco.no/>

Thorvaldsen!

Jeg takker for Deres snarlige svar.

Ettersom min Hovedoppgave er på Engelsk og ikke er klar for endelig publisering vil jeg besvare dine kommentarer på Norsk.

Som lovet vil hele Master oppgaven bli tilsendt deg når den er redigert som ett samlet Papir /dokument.

Selv om min Risk Analyse inneholder svar direkte eller indirekte vil jeg her kort belyse de enkelte punkter du har stilt spørsmålstegn ved på Norsk uten å gå for langt inn i materien.

1.

"Du foreslår bruk av Klargester BioDisc desentralisert etter behov. Jeg går ut i fra at du da tenker å benytte en løsning som også ivaretar krav om fosforfjerning.

."

Utdrag Kort Assesment (Risk analyse):

Biodiskanlegg fra Klargester sertifiserte i henhold til EN 12566-s og Veritas Klasse 1

Kort Forklaring:

Sertifikater ligger som vedlegg og viser en sertifisert Fosfor fjerning av 90%.

2.

"Min første reaksjon er at det kan bli veldig mange små renseanlegg, 15 – 20 stykker ved full utbygging. Jeg er skeptisk til driften av disse. "

Utdrag Kort Assesment (Risk analyse):

"Det er ingen fordeler som kan forsvare de økte merkostnader som ett sentralisert anlegg vil påføre kommunen, merkostnader som må fordeles på innbyggere og Hytteeiere både ved anlegg og drift."

"Pumping over og større distanser vil medføre økte økonomiske utgifter i form av energi og installasjoner med dertil muligheter for utsig av ubehandlet media "

Zhanna B. Jansen
Sivilingeniør
Postboks 80
4756 Hovden

Kort Forklaring:

Bykle Nord har allerede ett innslag av fungerende mindre system og det er ingen hensikt å gripe inn i eksisterende anlegg som fungerer og ikke forurenses.

Nylund Park har allerede ett fungerende Biodisk anlegg fra Klargester, å knytte dette til ett sentralt renseanlegg vil både være økologisk og økonomisk uforvarlig.

Om ønskelig er det selvfølgelig mulig å bygge BioDisk anlegg for de forskjellige hytteområder på lik linje med Nylund Park uten å kople dette opp til ett større anlegg.

3.

"Min erfaring med serviceavtaler er ikke så god"

Kort Forklaring:

I en vær kommunal administrasjon skall det være en instans som overvåker de sanitære forhold i kommunen.

En planmessig overvåkning skall inneholde en oversikt over de eksisterende anlegg, private så vell som kommunale. Innstansen skall se til att det innhentes individuell utslipstillatelse og etterse att installasjonen foretass forsvarlig og forskriftmessig. Det skall innhentes jevnlig tilstandsrapporter.

For Klargester kan tilstandsrapporten om ønskelig innhentes kontinuerlig.

Har kommunen i dag oversikt over eksisterende anlegg og om disse fungerer?

Å bøte på manglede oversikt om overvåkning med å bygge ett sentralt anlegg er neppe svaret.

4.

"Finnes slike masser i tilstrekkelig mengde i området? "

Kort Forklaring:

I området fra Badstudalen og sør finnes morene og masse nok til å være en utmerket resipient for det praktisk talt rene vannet som kommer fra en BioDisk. Utslipet vil utvilsomt virke som en biotopisk berikelse.

Som nevnt i §3 er det kommunens oppgave og se til att installasjonen er forskriftsmessig utført. I forbindelse med installasjonen er det viktig att resipienten er gjort i stand til å motta utslippet.

5.

"Jeg er enig i at Rådskdirektiv av 21. mai 1991 gir mulighet for desentraliserte løsninger, men jeg støtter ikke konklusjonen om at rådskdirektivet fraråder sentraliserte løsninger. Norske myndigheter skjerper tvert i mot kravene og vil nekte adgangen til oppdeling av tettbebyggelser i mindre rensedistrikt"

Utdrag Kort Assesment (Risk analyse):

"Kostnadmessige og økologiske årsaker tilsier at det er riktig å benytte teknologi som uten vansker kan ta den variable belastningen og samtidig tilfredsstillende den prosjekterte ekspansjon i området Bykle Nord. Å bygge ett anlegg som vil være for stort til å møte det nåværende behov medfører både uønskede kostnadmessige og driftsmessige konsekvenser".

Utdrag Rådskdirektiv:

"Når det ikke er berettiget grunn til å anlegge avløpsnett, enten fordi det ikke vil være noen vinning for miljøet, eller fordi det vil medføre uforholdsmessig store utgifter, kan det benyttes individuelle systemer eller andre egnede systemer som sikrer tilsvarende vern av miljøet."

Kort Forklaring:

I Bykle kommune er det etter Skandinaviske (Norske) forskrifter kun to (2) tettsteder nemlig: Hoven og Bykle. Det må her innskytes at disse sammenlagt i Europeisk målestokk og i intensjonene bak det overstående Råsdirektiv med liten margin tilfredsstillende betegnelsen tettsted.

Områden mellom Bykle og Hovden er ikke en del av verken Tettstedet Bykle eller Hovden og faller således ikke inn under myndighetenes frarådning mot å bryte opp tettsteder av økonomiske grunder til mindre enheter. Heller ikke tilfredsstillende hyttebebyggelsen betegnelse tettsted hvor kravet er 50% fastboende.

Se vedlagt vedtatt definisjon av tettsted.

6.

"Midtregionen skal forsynes med drikkevann fra Hovden. Det vil derfor være en besparelse på grøftekostnader sammenlignet med et ledningssystem bestående kun av avløpsledninger"

Utdrag Kort Assesment (Risk analyse):

" Pumping over og større distanser vil medføre økte økonomiske utgifter i form av energi og installasjoner med dertil muligheter for utsig av ubehandlet media samt uforholdsmessig. Det vises til som eksempel til den oppståtte lekkasje i neddykket kloakkledning i Mjøsa hvor store mengder rått media lekket ut i en kommunal drikkevannskilde.

Det er ingen fordeler som kan forsvare de økte merkostnader som ett sentralisert anlegg vil påføre kommunen, merkostnader som må fordeles på innbyggere og Hytteeiere både ved anlegg og drift."

Kort Forklaring:

Att den av Dem beskrevne Midtregionen skall forsynes med vann fra Hovden er neppe ett godt argument for å pumpe Kloakken opp og over en stor distanse til ett sentralt renselanlegg ved Harte vann.

7.

"Jeg savner en redegjørelse for hvordan slamtømming og slambehandling er tenkt gjennomført".

Kort Forklaring:

Som de nevner i Deres svar er de ikke kjent med BioBoosteren fra Grundfoss.

Det kan i denne sammenheng nevnes at BioBoosteren etter fjerning av Faste Partikler kun etterlegger seg ca 20% av den masse som det prosjekterte anlegg og da i meget tørr konsentrert form. Dette kan anvendes i en videre prosess eller videresendes til foredling eller destruksjon.

Oversender dem produktbeskrivelse i Posten.

Zhanna B. Jansen
Sivilingeniør
Postboks 80
4756 Hovden
8.
”[Hovden](#)”

Du foreslår å bygge ut med Grundfoss Biobooster i etapper etter hvert som behovet øker. Jeg kjenner ikke dette anlegget, men igjen er jeg skeptisk til løsninger som baserer seg på serviceavtaler og lite tilsyn. Anlegget i seg selv kan sikkert klare rensekravene. Det ser ut til at anlegget er beregnet å stå ute uten overbygg. Er det da tatt hensyn til vær- og snøforholdene på Hovden? Også her savner jeg er redegjørelse om slamtømming og slambehandling.”

1. Belastningen tar seg gradvis opp fra høsten av. Nøyaktig hvor stor belastningen skal være før vi starter linje to, vil erfaring gi svar på. Mest sannsynlig vil linje to bli startet opp ca. 3 uker før vinterferien.

Kort Forklaring:

Anlegget er modulbasert og plassert i Isolerte overflatebehandlede Containere, se bilde. Anlegget er således servicevennlig og lett å modifisere. Konsekvensen av dette er at det ikke er nødvendig på det nåværende tidspunkt ikke er nødvendig å investere i ett anlegg som ikke ~~på det nåværende~~ på det nåværende tidspunkt er nødvendig. Anlegget kan utvides uten stort grunnarbeide Snøen medfører ingen ulemper og anlegget er allerede montert i områder med tilsvarende værforhold som Norge. Skulle det være nødvendig av estetiske grunner er det intet til hinder for å plassere dette i en bugning, dette burde være unødvendig ved plassering i ett industriområde som det planlagt på Hovden.

9.

”1. Belastningen tar seg gradvis opp fra høsten av. Nøyaktig hvor stor belastningen skal være før vi starter linje to, vil erfaring gi svar på. Mest sannsynlig vil linje to bli startet opp ca. 3 uker før vinterferien.”

Utdrag Kort Assesment (Risk analyse):

”Det er foretatt sammenligninger og befaring ved anlegg i tilsvarende turistområder på kontinentet, bland annet i Tyskland, Frankrike, Sveits ,Østerrike, Skottland, Nord Italia ,Canada og USA steder hvor svingningen i folketallet varierer med samme frekvens som i Bykle/Hovden området”

Kort Forklaring:

På grunn av renselanleggets natur med levende organismer som rensedia er det tvilsomt om den foreslåtte løsning er fullt ut brukbar. Deres svar forårsaker mer spørsmål enn det her er ønskelig å komme inn på.

Den unisone konklusjon etter undersøkelse er at den av Dem foreslåtte metode for å møte den varierte belastning ikke er en god løsning , videre er den uprøvet og stiller mer spørsmål en den besvarer.

Derimot vil BioBoosteren uten disse kunstingrep virke 100% ved variert belastning.

Zhanna B. Jansen
Sivilingeniør
Postboks 80
4756 Hovden

10.

2. "Når ei linje blir tatt ut av drift, vil den bli luftet i ca 3 uker. Avløpsvannet i reaktoren vil da være fullstendig nedbrutt. Linja kan da stertes igjen når belastningen øker. Selvsagt vil linja da ha redusert renseseffekt, men vi har et etterfølgende rensetrinn som normalt renser organisk stoff til 70 % renseseffekt. Ellers er den biologiske kulturen festet til bærere, i likhet med den biologiske kulturen i Klargesters BioDisc"

Kort Forklaring:

Denne prosess er arbeidskrevende og fullstendig unødvendig ved bruk av Grundfoss Biobooster.

11.

1. Alle pumpestasjoner vil være forberedt på tilsetting av Nutriox eller tilsvarende. I tillegg kan det bli aktuelt å spyle gjennom enkelte ledningsstrek med rein vann for å få byttet ut avløpsvannet.

Kort Forklaring:

Dette er igjen en helt unødvendig og fordyrende prosess ved forslåtte desentralisering desentralisering med andre ord "uten store inngrep i nåværende struktur" for midtregionen. Det stilles her spørsmålsteget ved den forurensende siden ved denne såkalt utspyling.

Appendiks:

Det foreslåtte prosjekterte anlegget er unødvendig og legger beslag på store summer av skattebetalernes midler og er verken ikke i tråd med intensjonene i RÅDSDIREKTIV av 21. mai 1991 om rensing av avløpsvann fra byområder, 91/271/EØF, med endring av 98/15/EF :Artikkel 3

Ekserpt:

"Når det ikke er berettiget grunn til å anlegge avløpsnett, enten fordi det ikke vil være noen vinning for miljøet, eller fordi det vil medføre uforholdsmessig store utgifter, kan det benyttes individuelle systemer eller andre egnede systemer som sikrer tilsvarende vern av miljøet."

Det er heller ikke her tale om oppdeling av ett tettsted.

Forslag å bruke BioBooster samt å la være å pumpe kloakken opp og over store distanser er både kostbart og vedlikeholdskrevende og har en pris på ca: 20 MIL Kr. + høyere en Grundfoss's Biobooster.

Takk for att De har gitt meg mulighetene for ytterligere utdype min oppfattning av det pågående kloakkprosjekt for Hovden.

Med vennlig hilsen

Zhanna B. Jansen
Sivil Ingeniør.

3. Vedlegg:

1. Felles nordisk tettstedsdefinisjon
2. Sertifikater BioDisk - Klargesters

Felles nordisk tettstedsdefinisjon

I 1960 ble man i de nordiske land enige om følgende definisjon som statistisk bybegrep:

« Som tätbebyggt område räknas alla hussamlingar med

minst 200 invånare, såvida avståndet mellan husen normalt icke överstiger 200 meter. Avståndet kan dock tillåtas överstiga 200 meter när det gäller hussamlingar inom en större orts influensområde. Å andra sidan bör maximigränsen mellan husen sättas lägre än 200 meter, der bebyggelsens karaktär så påkallar, nämligen då i små tätorter ingen tydlig tätortskärna (centrum, city) framträder och i de fall, då gränsen mellan tätort og landsbygd är diffus, med andra ord då bebyggelsen i tätorten icke framstår som avsevärt tätare än inom övriga närliggande bebyggda områden.

Vid avgränsningen av tätbebyggda områden medräknas också obebodda hus, inräknat hus som uteslutande används som arbetsplats. Som hus tillhörande tätortsbebyggelse betraktas dock ej jordbrukets ekonomibyggnader, såvida dessa är frittliggande i förhållande till huvudegendomen.

Frågan huruvida sommarbebyggelse skall inräknas eller ej hänskjutes till de enskilda ländernas avgjörande. (I Sverige räknas ej ren sommarbebyggelse som tätort. Det krävs att minst hälften av husen har permanentboende.) Anstalter o d, som är belägna utanför tätbebyggt område, räknas som tätort så vida anstaltens bofasta personal med familjer osv, men utan patienter, utgör minst 200 personer.

Även om avståndet mellan husen överstiger 200 meter, skal det inte betraktas som avbrott i bebyggelsen, när det mellan husen belägna området utnyttjas til allmännyttiga ändmål såsom vägar, parkeringsplatser, parker, idrottsplatser och kyrkogårdar; detsamma gäller sådana obebyggda områden som lagerplatser, järnvägslinjer och kajer.

Uppdelingen i tätbebyggda och glesbebyggda områden företages oberoende av den administrativa indelningen. Hussamlingar som utgör en direkt fortsättning av ett tätbebyggt område i en grannkommun, inräknas sålunda i detta området vid tätortsredovisningen.

PERFORMANCE RESULTS

Klargester NUF
Gjerdrumsvei 10 D
0484 Oslo
Norway



EN 12566-3

Small wastewater Treatment systems for up to 50 PT- Part 3

BioDisc (BA) with chemical dosing equipment (5 PT with 200 litres per person per day)

Hydraulic Daily Load	1.00 m ³ /day
Material	Glass Reinforced Plastic. (GRP)
Water tightness (water test)	Pass
Nominal flow Treatment Efficiency	COD 87%
	BOD ₅ 93%
	SS 90%
	NH ⁴ 63%
	P 90%
	N Total 49%
pH	7.2
Electrical Consumption	1.36kWh/day

Performance tested by;

Date tests completed November 2006

Prüfinstitut für Abwassertechnik
(PIA GmbH)
Hergenrather Weg 30
D-52074 Aachen
Germany

PIA GmbH
Prüfinstitut für Abwassertechnik
Hergenrather Weg
52074 Aachen





DET NORSKE VERITAS

TYPEGODKJENNINGSBEVIS

Kvalitetskontrollert minirensanlegg

Typegodkjenningensbevis nr. 18

Det bekreftes herved at

Biodisc BA-BE, ett til syv hus anlegg, klasse 1

tilfredsstillter DNVs "Normer for typegodkjenning av minirensanlegg".

Produsent:
Importør/leverandør:
Klassifisering:
Kapasitet:
Merknader:

Klargester Treatment Systems

Klargester NUF

Klasse 1

Ett til syv hus

Typegodkjenningensbeviset er bare gyldig når det er vedlagt et dokument fra leverandør med opplysninger om det leverte anleggets produksjonsnummer og år, samt en bekreftelse om at anlegget tilsvarer det typeprøvede.

* Dette er tilnærmet de samme normene som Statens forurensningstilsyn (SFT) tidligere forvaltet.

Sted dato
Høvik 27.08.2004

Jan Aug. Myhrstad
Sjefsingeniør

*Dette bevis er gitt fornyet
gyldighet til*
01.09.2009

Ole Kristian Sollie
Prosjektleder

Grundfos BioBooster among the top 50 water companies

The Artemis Project in San Francisco, USA announces top 50 leading companies of water and water-related technologies. Grundfos BioBooster is among the leading companies to be listed with its onsite wastewater treatment technology. Read more about the project [here](#).

Special commendation to BioBooster at the Environment and Energy Awards 2008

A special commendation went to Grundfos BioBooster in the category “Innovation Award for Remediation Technology”. The judges were impressed with this innovative industrial wastewater treatment which uses a pressurised biofilm reactor, manufactured exclusively from recyclable materials, with a patented rotating disc system to deliver clean water



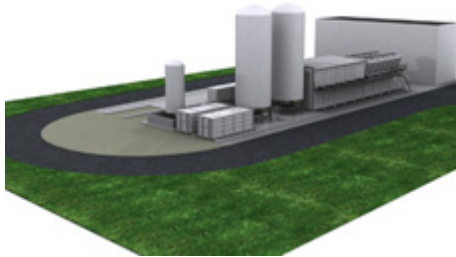
Grundfos BioBooster part of Pronova BioPharma's new billion DKK manufacturing plant

Grundfos BioBooster becomes an important part of Norwegian pharmaceutical company Pronova BioPharma's new manufacturing plant in Kalundborg, Denmark. The new plant will double the production capacity of the company's Omega-3 derived pharmaceutical products used for the prevention of myocardial infarction.

Grundfos BioBooster was awarded the double-digit million DKK wastewater treatment contract in fierce competition with conventional wastewater technology providers – primarily due to its compact design, fast implementation, flexibility in capacity and attractive economics.



Overview of Pronova BioPharma's new manufacturing plant in Kalundborg, Denmark



Set-up of the Grundfos BioBooster wastewater pre-treatment plant

High flexibility of the wastewater treatment solution was a crucial and decisive factor for Pronova BioPharma. With Grundfos BioBooster they have the possibility of doubling the wastewater treatment capacity within the allocated area to accommodate possible future plant and production expansions. Furthermore, unlike conventional technologies a Grundfos BioBooster solution can be adjusted to match Pronova BioPharma's exact treatment needs when the composition of their discharged wastewater is fully known – as this remains unclear at the present stage of the greenfield project.

Biological and chemical pre-treatment of the wastewater before discharge to the municipal authorities represent the most cost-efficient solution for Pronova BioPharma due to the high contents of fatty acids in the Omacor/Lovaza capsules, which are derived from fish oil.

Grundfos BioBooster's contract includes a complete turnkey wastewater pre-treatment solution with discharge to the municipal wastewater treatment plant in Kalundborg. The Grundfos BioBooster solution contains biological as well as mechanical/chemical treatment. The total solution comprises 15 multi-layer containers with 144 PBR reactors and auxiliary equipment for wastewater balancing, chemical storage and sludge handling.

<http://net.grundfos.com/doc/webnet/biobooster/pages/vertical/news/pronova.html>

Midregionen (Hoslemo – Ørnefjell)

Du foreslår bruk av Klargester BioDisc desentralisert etter behov. Jeg går ut i fra at du da tenker å benytte en løsning som også ivaretar krav om fosforfjerning.

Min første reaksjon er at det kan bli veldig mange små renseanlegg, 15 – 20 stykker ved full utbygging. Jeg er skeptisk til driften av disse. Min erfaring med serviceavtaler er ikke så god. Etter min mening er det nødvendig med kommunal drift, og så mange spredte anlegg virker fordyrende. Du foreslår å infiltrere rensed avløpsvann i stedlige masser. Finnes slike masser i tilstrekkelig mengde i området? Jeg er enig i at Rådsdirektiv av 21. mai 1991 gir mulighet for desentraliserte løsninger, men jeg støtter ikke konklusjonen om at rådsdirektivet fraråder sentraliserte løsninger. Norske myndigheter skjerper tvert i mot kravene og vil nekte adgangen til oppdeling av tettbebyggelser i mindre rensedistrikt. Midregionen skal forsynes med drikkevann fra Hovden. Det vil derfor være en besparelse på grøftekostnader sammenlignet med et ledningssystem bestående kun av avløpsledninger. Jeg savner en redegjørelse for hvordan slamtømming og slambehandling er tenkt gjennomført.

Hovden

Du foreslår å bygge ut med Grundfoss Biobooster i etapper etter hvert som behovet øker. Jeg kjenner ikke dette anlegget, men igjen er jeg skeptisk til løsninger som baserer seg på serviceavtaler og lite tilsyn. Anlegget i seg selv kan sikkert klare rensekravene. Det ser ut til at anlegget er beregnet å stå ute uten overbygg. Er det da tatt hensyn til vær- og snøforholdene på Hovden? Også her savner jeg en redegjørelse om slamtømming og slambehandling.

Dine spørsmål

1. Belastningen tar seg gradvis opp fra høsten av. Nøyaktig hvor stor belastningen skal være før vi starter linje to, vil erfaring gi svar på. Mest sannsynlig vil linje to bli startet opp ca. 3 uker før vinterferien.

Dene er fremkommet som et product av min Master Oppgave som etter vert er blitt temmelig stor og har som du ser medført en utstrakt reisevirksomhet.

Håper du tar deg tid til å komme tilbake med dine kommentarer.

Jeg vil gjerne komme inn på problemet vedrørende partial load:

1. Hvordan er det tenkt å starte opp linge # 2 før storinnrykket av hyttefolk/ Turister.
- 2, Hvordan har Dere tenkt å holde liv i bakterie floraen i den delen av annlegget som ikke er i drift.
3. Hvordan unngår Dere problemer med forming av septik om kloakken lagres en tid i pumpestasjoner eller i lagringstanker før den sendes til kloakkrensseannlegget.

Med hilsen

Zhanna B. Jansen