

Final report

Restoration of Grøttekilen in Lærdal river.

Approved by the Swedish Society for Nature Conservation (Naturskyddsföreningen) as an environmental fund project according to criteria for electricity labeled Good Environmental Choice (Bra Miljöval) 2021.

About the authors



Synnøve Rubach

Chief Operating Officer and Head of R&D&I, Becour

Synnøve Rubach has a background as a mechanical engineer specialising in energy and pollution and she holds a PhD in innovation, organisation, and management. She has worked in engineering with energy and combustion, and in research within the field of pollution prevention, sustainability, and business networks. She still holds a part-time senior researcher position in NORSUS AS, as well as an examiner at NTNU and NMBU. At Becour, Synnøve is one of the founders of Becour and is responsible for research and innovation. She is also a member of the board.



Magne Netland

Production Site Manager, Østfold Energi

Magne Netland has a background in city/urban, community and regional planning. He currently has almost 10 years of experience in power plant operation, management, quality and environmental management. He is a member of the company's executive team and is a board member of several of the company's partly owned companies.



Frances Mills

Content Writer, Becour

Fran has a master's degree in Human Ecology from Lund University and a bachelor's degree in Ocean Sciences from the University of Liverpool. She has worked as a freelance writer and in communications and social media with various environmental organisations. She became interested in writing about renewable energy and related issues during her exchange at EKOenergy's secretariat in Helsinki. Fran started working with Becour in 2021.

Photo on the front page by Magnus Røthe Bøen, on behalf of Becour.

Content

Summary	3
1 Introduction	1
1.1 About Østfold Energi	1
1.2 About Becour	1
1.3 About the Good Environmental Choice (Bra Miljöval) project	1
1.3.1 What is Good Environmental Choice (Bra Miljöval)?	1
1.3.2 About the project “Restoration of Grøttekilen” in Lærdal river	2
2 How the project has been executed	3
2.1 Grøttekilen	3
2.1.1 Other adjustments	6
3 The results of the project	8
3.1 Grøttekilen	8
4 The result and environmental benefits	11
4.1 Results for Grøttekilen	15
5 Project budget and costs	16
6 References	17
7 Attachment 1: Final report from NORCE related to Grøttekilen	18

Summary

This is the final report for the project “Restoration of Grøttekilen” in Lærdal River approved 02.10.23 by the Swedish Society for Nature Conservation (Naturskyddsföreningen) as an environmental fund project according to criteria for electricity labelled Good Environmental Choice 2021.

Gabrielsen, Skår & Stranzl (2024) summarizes the result as follows: The restoration of Grøttekilen in 2024 has opened up a new fish-producing area of approximately 4,500 m². There are now good opportunities for spawning in several places in the wedge, including for salmon, and with the organised rearing habitat for young fish after the completion of the restoration, high production of young fish is expected in the wedge. A lot of mud and soil was removed to establish a better habitat for fish. Several places in the stream appear to be important biotopes for species other than fish dependent on water, and there is variation in habitat quality for fish in different parts of the stretch. The intake solution, fish passage (culvert) in the centre of the wedge and the outlet solution are well-functioning.

1 Introduction

This is the final report for the project “Restoration of Grøttekilen” approved by the Swedish Society for Nature Conservation (Naturskyddsföreningen) 02.10.23 as an environmental fund project according to criteria for electricity labeled Good Environmental Choice 2021.

1.1 About Østfold Energi



Østfold Energi is a renewable producer and developer. The company was founded in 1988, but its history goes back to the beginning of the 20th century. The owners are Viken County Council and all the municipalities in Østfold, and a significant proportion of their value creation goes back to society. Hydropower is an important resource in Norway, and for Østfold Energi. 95 percent of Østfold Energi's energy production comes from hydropower from the ten power plants they own in Indre Sogn, Østfold and Nordland. The largest hydropower plant is in Borgund, Lærdal, with 16 employees. Østfold Energi also has six district heating plants in Østfold and is part owner of a wind farm in Western Norway.

1.2 About Becour



Becour AS is the result of more than two decades of dedicated work to track and increase the production of renewable energy. The company aims to make the renewable energy market more transparent and efficient in order to accelerate the shift away from fossil and nuclear-based production. To do this, Becour has developed a digital platform for the peer-to-peer matching of electricity consumption and production of renewable energy so that corporates can buy renewable energy directly from powerplants. Becour is also a proud licensee of Good Environmental Choice (Bra Miljöval), enabling us to sell renewable energy with this ecolabel.

1.3 About the Good Environmental Choice (Bra Miljöval) project

1.3.1 What is Good Environmental Choice (Bra Miljöval)?¹



Good Environmental Choice

Good Environmental Choice is Naturskyddsföreningen's - the Swedish Society for Nature Conservation's - own environmental certification system. The eco label makes it easier to find the products and services that are least harmful to the environment.

The ecolabel is based on two fundamental ideas: that natural resources must be protected, and

¹ Text from www.bramiljoval.se

that biodiversity and human health must not be threatened. This means, among other things, stopping the use of all toxic and persistent chemicals. Two other goals are to reduce total energy use and to switch from fossil fuels to renewable energy sources.

Products and services that are labelled with Good Environmental Choice contribute to protecting and restoring nature. Some of the successes from the labelling include the protection of natural water flows and environmental adaptations to hydro power plants.

1.3.2 About the project “Restoration of Grøttekilen” in Lærdal river

In the summer of 2023, Becour AS applied to get the project Restoration of Grøttekilen approved by the Swedish Society for Nature Conservation (Naturskyddsföreningen) as an environmental fund project according to criteria for electricity labeled Good Environmental Choice 2021.

Becour and Østfold Energi AS wanted to contribute to improved conditions for wild salmon to spawn and grow in the Lærdal River in Vestland County in Norway. By restoring a parallel river to the main river, the productive area in the river increases. The environmental conditions in the river can make them important breeding and early-life areas for fish. A potential of 14 rivers in Lærdalselva that can be opened has been mapped.

The most important thing is to ensure year-round reliable water flow and to make various habitat adjustments to the individual river. For some of the rivers, only small adjustments are needed to ensure that water flows through the parallel river all year round, while for others a major adjustment of the physical habitat is necessary .

Naturskyddsföreningen, the Swedish Society for Nature Conservation, approved in October 2023 a project for restoring one river named Grøttekilen.

2 How the project has been executed

In the following the Grøttekilen oxbow lake that was to be restored through the project are explained. The end state is shown in Figure 1.



Figure 1 End state of Grøttekilen. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

2.1 Grøttekilen

All texts are translated from the report by Gabrielsen, Stranzl and Skår (2020).

Grøttekilen has a production potential of approximately 4.500 m². However, it is necessary to open up the upper part of this wedge and establish a new stream, see Figure 3. A water intake must be established from the main river to the wedge. The wedge is largely open, and apart from the need to create solutions in the upper part, which is somewhat challenging, it is mainly the cleaning of the wedge that is required. This is shown in Figure 3. The detailed plan for the river wedge is presented in maps and proposed solutions for identified key points are located, visualised and explained in more detail in the following. In addition, there is a general description of how physical conditions should be in order to create good production conditions for fish in the river wedge with specific proposals for habitat measures or adjustments.

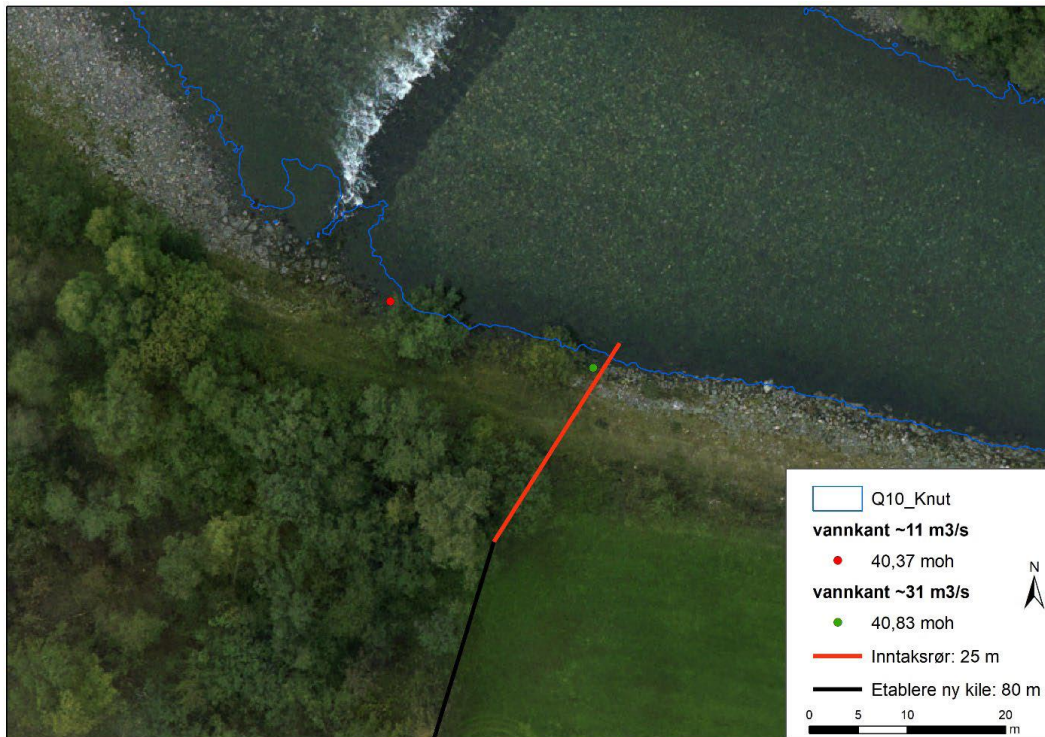


Figure 2 Map details of Grøttekilen. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

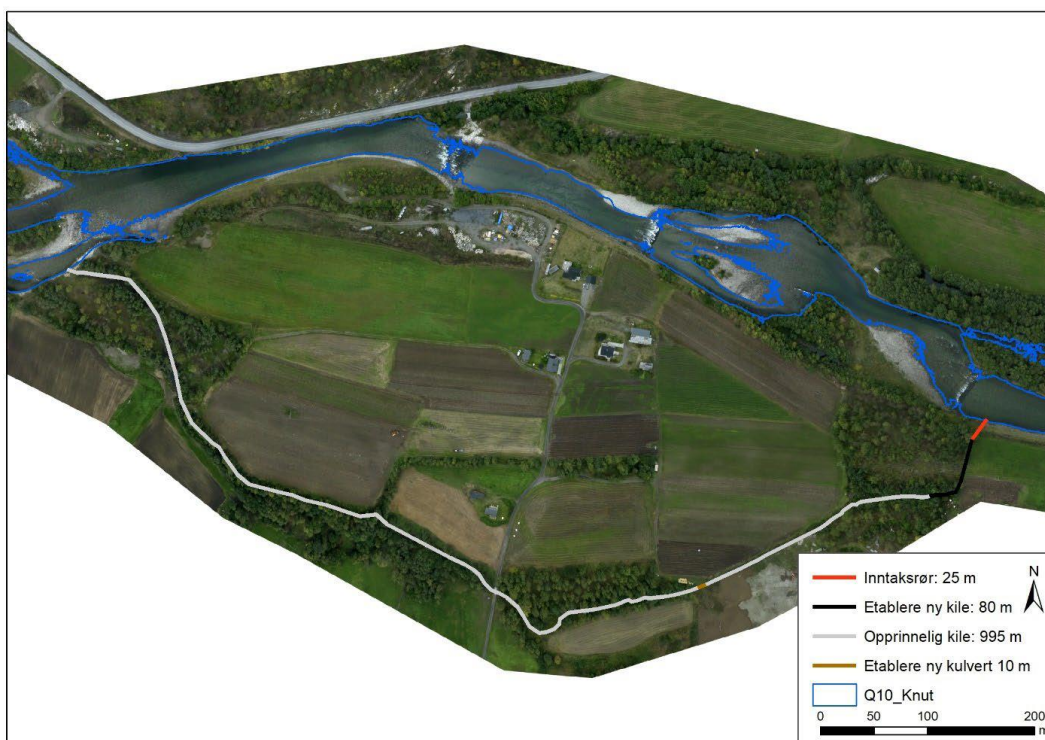


Figure 3 Overview of Grøttekilen's inlet and outlet in Lærdalselva. The blue line shows the water line at 10 m³/s. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

The 25 metre intake pipe (red line in xxx) is laid upstream of the threshold. The water level at a flow of 10 m³/s and a flow of 31 m³/s is marked in blue. The bottom level of the intake pipe (25

m) is at elevation 39.80 metres above sea level. The water level at 10 m³/s is approximately 40.20 metres above sea level. This means that the water depth in the plastic pipe is approx. 40 cm with a water flow of 10 m³/s in the main course. A certain amount of material must be excavated (rough estimate of 500 m³) to prepare for the new river wedge (brown line in Figure 3).

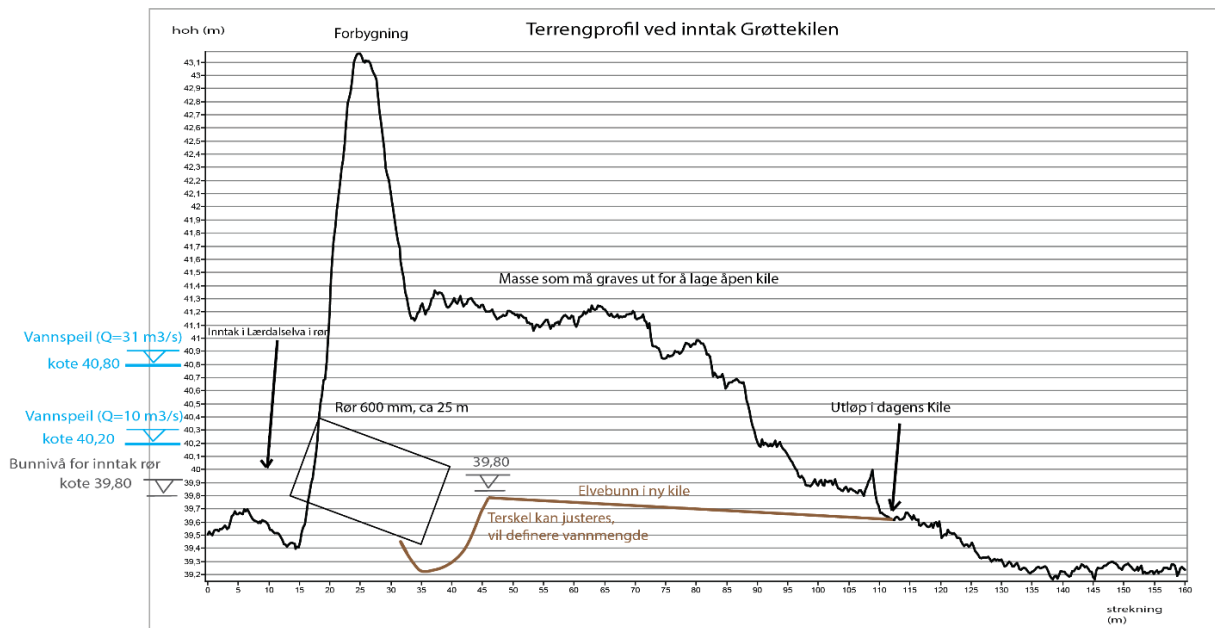


Figure 4 Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)



Figure 5 Principle drawing of design and bottom substrate for river wedge in cross profile. Width and depth can be adapted to the natural conditions in the old wedge.

2.1.1 Other adjustments

Approximately 750 metres from the outlet of the wedge to the Lærdalselva river (Figure 3) there is an old culvert that needs to be replaced with a new culvert. This is shown in Figure 6. This culvert will be approximately 4 metres long, 1.5 metres wide and 2.0 metres high. The pipe will be dug 20 cm below the bottom of the wedge to ensure a natural wedge bottom with rocks inside the bottom of the pipe and good hydraulic capacity.



Figure 6 Old culvert. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

Approximately 650 metres from the outlet of the wedge to the Lærdalselva river, there is an opportunity to establish a deeper pond by removing some of the material in the shaded areas. This would be a good biotope for many species. This is shown in Figure 7.



Figure 7 Possibility to establish a pond. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

There is a deer fence (red line) across the stream approximately 420 metres from the outlet of the wedge to Lærdalselva, see Figure 8. From this fence down to the outlet, there is no need to make any adjustments to the wedge, except at the outlet itself. Upstream of the fence, it needs to be cleaned up, and twigs and brush that stick to the fence must be regularly cleaned away so that the fence does not back up the water in the wedge. Alternatively, a more maintenance-free solution must be created where water can pass freely under the fence.



Figure 8 Deer fence. Picture from Gabrielsen, Stranzl & Skår (2020)

3 The results of the project

3.1 Grøttekilen

Work started: October 2023

Work to be finished: 30.06.2024

The recommended measures	Executed/ Not executed
A new stream of approx. 100 metres must be created from the intake culvert down to the part of the wedge that is open.	Executed
It is likely that approximately 500 m ³ (rough estimate) of material will need to be removed to open up the section.	Executed
Stones excavated in the wedge should be sorted out and returned, and there will be surplus material in the upper part where a new wedge is to be excavated. This may be suitable for use as rock fill in other parts of the wedge. If this is not the case, river gravel and river stone of the specified mixed sizes can be added from the Lærdalselva river.	Executed
When placing stones, it is also important to adjust the quantities so that the necessary hydraulic capacity of the stream/river is maintained, and it may be necessary to remove material from the wedge where shield stones are placed. It should be possible to create varying depths and some larger gullies/hollows, but this can usually be done by following the natural variation in wedge width and depth profile.	Executed
In order for gravel and stone deposits to be maintained and have a good duration, and not be silted down, there should be flowing water and preferably water speeds of over approx. 0.2 m/sec (Pulg et al. 2018). On slow-flowing sections with a low gradient where gravel, sand and mud are deposited, the planting of trees will be most suitable to increase variation in current, substrate and habitat, as well as increasing the availability of shelter (Pulg et al. 2018).	Executed
Trees with a lot of branches should be planted, preferably secured with boulders so that they remain in place at higher water levels. The trees should be positioned so that they do not block the river course, for example by directing them from the river edge and downstream in the wedge.	Executed
Edge vegetation must always be preserved as far as possible, and where it has been removed, new edge vegetation should be established if possible. This can be done by planting along the wedges or, preferably, by preserving the regrowth of shrubs and trees and not cutting them down.	Executed
In the part of the wedge that is open today, a length of approximately 1,000 metres must be restored with a width that follows the current natural variation in width. The contractor must follow the current natural variation in the width of the wedge. Provision should be made for varying depths and some larger culverts/hollows in the stream.	Executed

The recommended measures	Executed/ Not executed
Shelter stones together with trees and roots/twigs should be laid out where this is lacking and the wedge should be designed according to the same principle as shown in Figure 5.	Executed
Mud and silt are removed where necessary and replaced by stones, but roots and some aquatic vegetation should be left where they exist to create heterogeneity.	Executed
In order to facilitate fish migration, the outlet of the wedge should be adjusted by placing a rough plastic ring on both sides of the wedge consisting of blocks (1.0 - 1.5 m in diameter) and removing dirt from the wedge. See figure Figure 9 and Figure 10	Executed
Additional adjustments: Approximately 750 metres from the outlet of the wedge to the Lærdalselva river (Figure 3) there is an old culvert that needs to be replaced with a new culvert. This culvert will be approximately 4 metres long, 1.5 metres wide and 2.0 metres high. The pipe will be dug 20 cm below the bottom of the wedge to ensure a natural wedge bottom with rocks inside the bottom of the pipe and good hydraulic capacity.	Executed
Additional adjustments: Approximately 650 metres from the outlet of the wedge to the Lærdalselva river, there is an opportunity to establish a deeper pond by removing some of the material in the shaded areas. This would be a good biotope for many species.	Executed
Additional adjustments: There is a deer fence (red line) across the stream approximately 420 metres from the outlet of the wedge to Lærdalselva. From this fence down to the outlet, there is no need to make any adjustments to the wedge, except at the outlet itself. Upstream of the fence, it needs to be cleaned up, and twigs and brush that stick to the fence must be regularly cleaned away so that the fence does not back up the water in the wedge. Alternatively, a more maintenance-free solution must be created where water can pass freely under the fence.	Executed
A fish biologist, who has experience from similar work, participate in the implementation of the proposed measures to ensure that fish biological considerations are taken into account in the right way.	Executed
A plan should be drawn up for maintenance and adjustment if necessary following the work. For example, it may be necessary to adjust intake pipes, clean pipes and adjust the stream bed.	Executed
A plan should be drawn up to follow up the measures and evaluate the effect achieved in terms of, for example, spawning and fish densities in the stream. Such an evaluation can provide a basis for adjustments and is therefore important to ensure that the measure works as intended in the long term.	Executed



Figure 9 Adjustments to the outlet

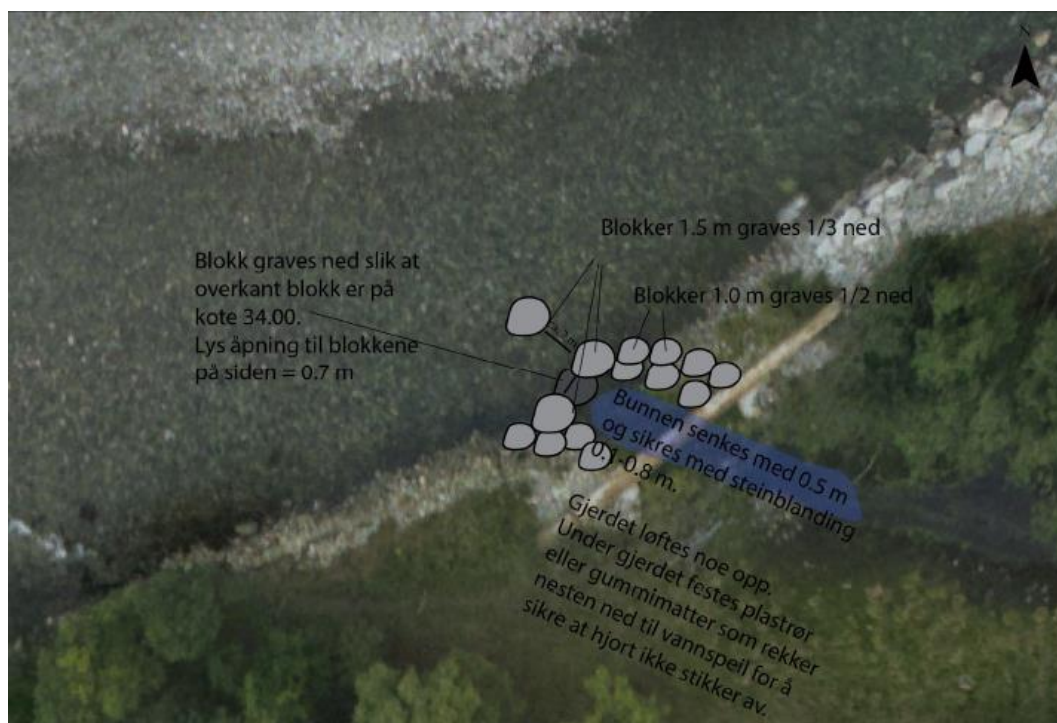


Figure 10 Details of adjustments to the outlet

4 The result and environmental benefits

It is essential to ensure a year-round water flow in oxbow lakes/parallel rivers that can sustain the production of fish and other aquatic organisms through dry periods. Thus, ensuring water supply into and through the entire oxbow lake is important. In addition, the oxbow lake must be mapped with regard to fish biological conditions and other key points, e.g. road/stream crossing points and other relevant conditions for every oxbow lake.

Substrate composition (bottom composition) in an oxbow lake/parallel river is essential for creating good spawning and growth conditions for fish. Indigenous rock masses in the oxbow river before restoration are used as far as possible. Arrangements should be made for varying depths and some larger puddles/holes in the stream. Bushes and trees along the parallel rivers are preserved as far as possible during implementation and no unnecessary cutting is done along the embankments.

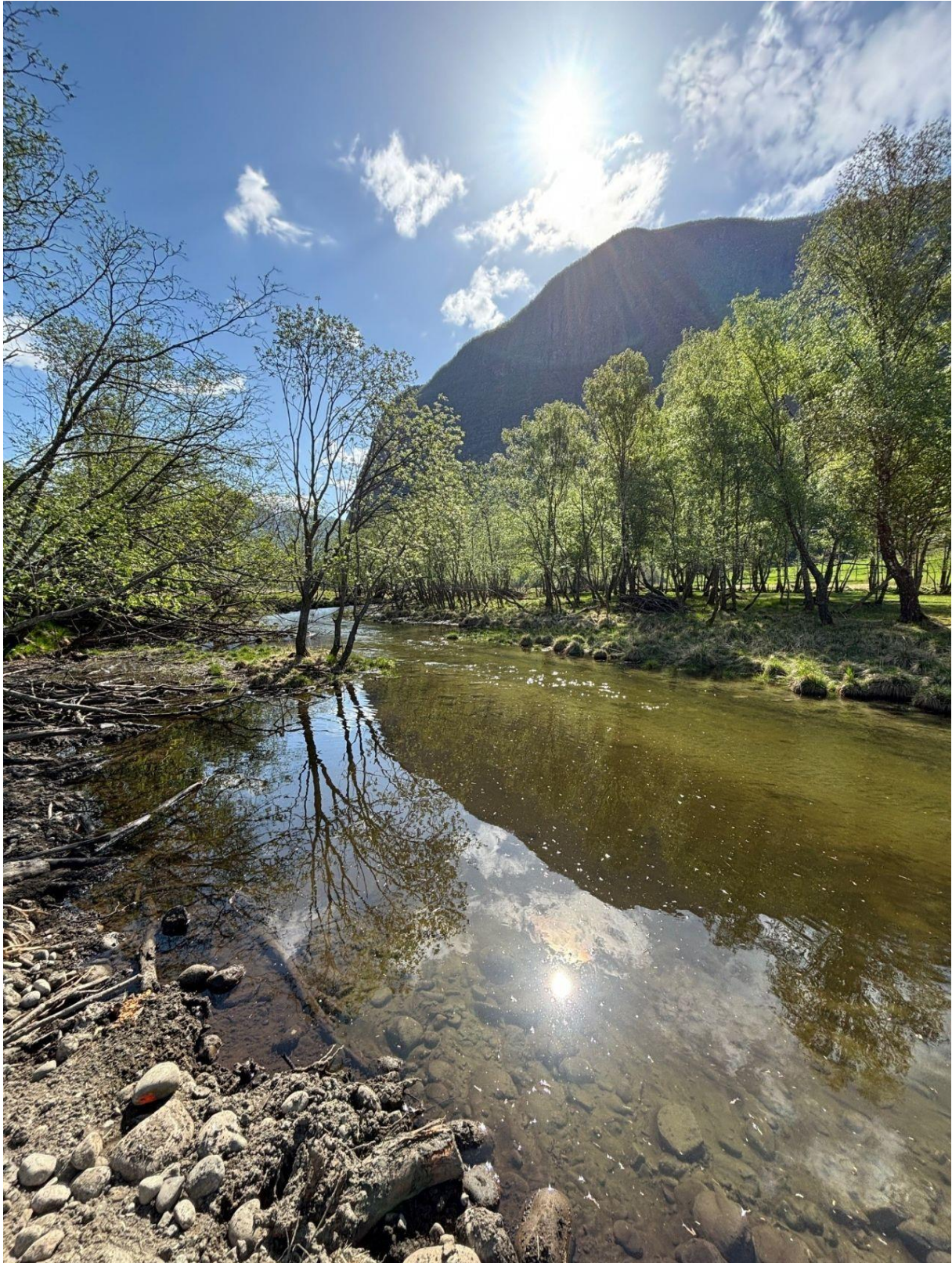


Figure 11 The revival of Grøttekilen, now brimming with water, provides a vital home for thousands of young fish across its 4500m² area. Picture: Østfold Energi.



Figure 12 The revival of Grøttekilen, now brimming with water, provides a vital home for thousands of young fish across its 4500m² area. Picture: Østfold Energi.



Figure 13 The revival of Grøttekilen, now brimming with water, provides a vital home for thousands of young fish across its 4500m² area. Picture: Østfold Energi.

4.1 Results for Grøttekilen

The wedge is operational and functions according to plan with sufficient water flow to safeguard life. Among other things, it has been installed with an intake hatch that can be regulated as required. The wedge is included in the annual fish counts and experience from previously restored wedges shows that fish enter the wedges as early as the first year after opening.

The details of the measures taken in Grøttekilen can be found in the final report from NORCE (Gabrielsen, Skår & Stranzl, 2024). The report is found in Attachment 1.

5 Project budget and costs

Budget: 3.100.000 SEK

Of this Østfold Energi 2.170.000 SEK and Bra Miljøval miljøfonden 930.000 SEK (30%).

Actual costs: 2.390.010 NOK; currency rate 20.08.24: 1,0264, equals 2.453.106 SEK

Of this: Østfold Energi: 1.717.174 SEK and Bra Miljøval miljøfonden 735.932 SEK

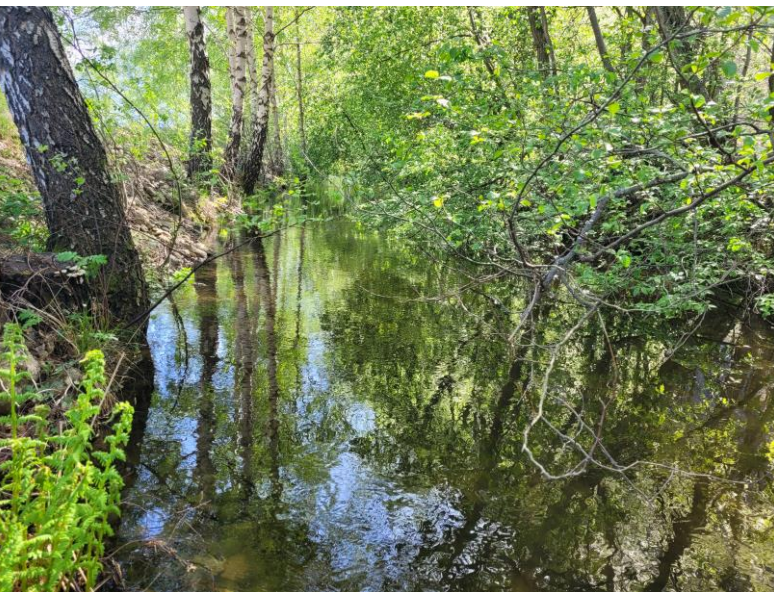
6 References

Gabrielsen S.-E., Stranzl, S. og Skår B. (2020). Detaljplan for Grøttekilen i Lærdalselva. Report by NORCE (Norwegian Research Centre AS), Bergen.

Gabrielsen S.-E., Skår B. og Stranzl, S. (2024). Gjenåpning og habitattiltak i Grøttekilen i Lærdalselva. LHI-report number 540. ISSN number ISSN-2535-6623. Report by NORCE (Norwegian Research Centre AS), Bergen.

7 Attachment 1: Final report from NORCE related to Grøttekilen.

Gjenåpning og habitattiltak i Grøttekilen i Lærdalselva



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, **Tel:** 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-2535-6623.

LFI-rapport nr: 540

Tittel: Gjenåpning og habitattiltak i Grøttekilen i Lærdalselva.

Dato: 15.07.2024.

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår og Sebastian Stranzl.

Bilder: Alle foto er tatt av Norce LFI.

Geografisk område: Vestland, Norge

Oppdragsgiver: Østfold Energi AS

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Dagfinn Bentås

Antall sider: 20

Emneord: Nye oppvekstareal, restaurering, habitattiltak, miljøbaserte løsninger

Innhold

Sammendrag	4
1. Bakgrunn og hensikt	6
1.1 Inntaksløsning.....	6
1.2 Prinsipp for etablering av elvekile og skape godt habitat i elvekiler.....	12
1.3 Områder i bekken med andre justeringer	14
2. Konklusjoner	18
3. Referanser	20

Sammendrag

Basert på miljødesignprosjektet i Lærdalselva og et møte i desember 2019, ble NORCE LFI bedt om å foreslå aktuelle tiltak for Østfold Energi (ØE). Tiltaksplanen fra januar 2020 identifiserte flaskehalser i elva og foreslo åpning av flere kiler som tiltak for å øke fiskeproduksjonen. Foreslåtte tiltak i hovedløpet med justering av terskler, ripping av elvebunnen og utlegg av skjulstein for ungfisk ble avventet etter ønske fra Lærdal Elveeigarlag. Det ble derfor fokusert på revitalisering av kiler, med 14 kartlagte kiler der 5 kiler allerede er åpnet. Foreliggende rapport omhandler restaureringen av Grøttekilen.

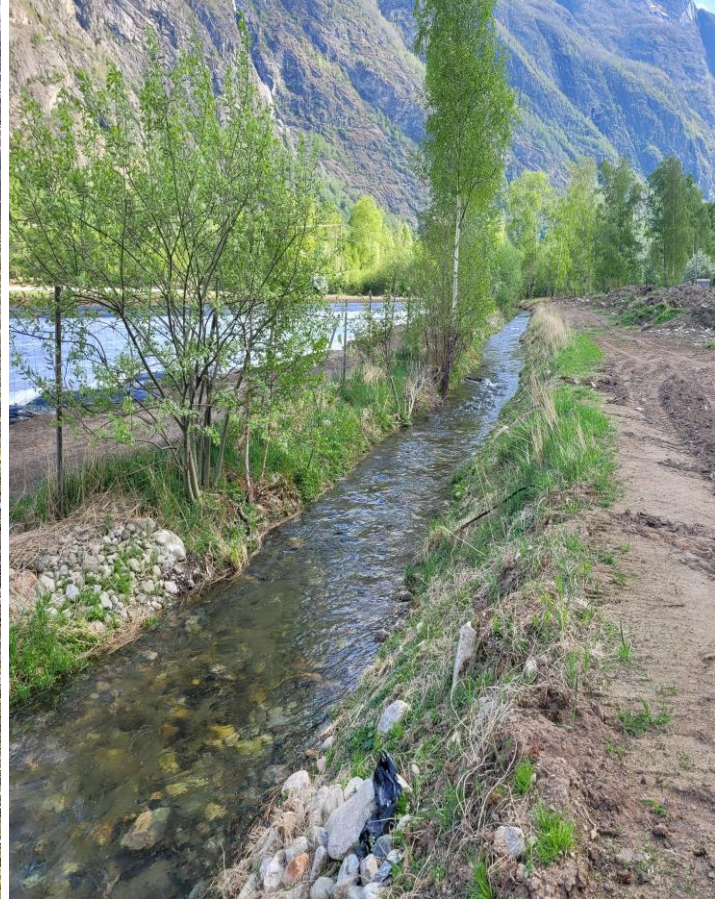
Ulike inntaksløsninger ble vurdert for å sikre konstant vannføring inn i kilen. På grunn av flomfare ved åpning av eksisterende flomsikring, ble rørgjennomføring valgt for å unngå erosjonsskader. En Basal vingemur ble montert og et rør med diameter på 600 mm leder vannet inn til kilen. En stengeluke med svinghjul og en rist ble montert på vingemuren. Dette systemet har fungert godt i andre kiler, som Haugekilen. Åpningen i elveforbygningen etter rørgjennomføringen, ble gjenlukket for å bevare flomsikringen. Tiltaket bør overvåkes ved store flommer for å vurdere behovet for ytterligere sikring.

For å sikre kontinuerlig vannføring til kilen, ble det gjennomført en analyse ved hjelp av data fra differensiell GPS samt en terrengmodell (høydedata og egne RTK-droneoppmålinger) for Lærdalselva. Bunnen av røret ble plassert på kote 39.8 moh. for å sikre vannføring ved 10 m³/s i hovedelva. Røret med en lengde på 30 meter, ble installert dykket med en helning på 1-2 %, noe som gjør det selvrensende. Et dykket rør reduserer risikoen for tilstopping. En ny elvekile på ca. 80 meter fra utløpet av røret til opprinnelig kile ble etablert ved å grave ut omtrent 500 m³ masse. Nedstrøms denne elvekilen, ble det utført ulike habitattiltak på en 1 000 meter lang strekning for å danne bekkeløp med naturtypisk variasjon. Tiltakene skal sørge for varierende bredde, dybder, større kulper, og gi økte skjulmuligheter med steiner, trær, røtter og kvister. Mudder og silt ble fjernet og erstattet med steiner, mens røtter og noe vannvegetasjon ble bevart for å skape et heterogent elvemiljø. Dette tiltaket, gjennomført i mars og april 2024, forbedrer den økologiske tilstanden ved å øke biologisk mangfold gjennom årssikker vannføring.

Ca. 750 meter fra kilens utløp til Lærdalselva ble en gammel kulvert erstattet med en ny 2 meter lang kulvert med en bredde på 1,5 meter og en høyde på 2 meter. Den nye kulverten har åpen og naturlig bekkebunn med stein, noe som forbedrer vandringsforholdene for både liten og stor fisk. Kulverten har god hydraulisk kapasitet og en litt dypere kulp ble etablert nedstrøms utløpet.

I de nederste 450 meterne fra utløpet til Lærdalselva, ble det ikke utført tiltak bortsett fra i selve utløpet av kilen der det ble etablert fiskepassasje. I denne delen av kilen er det registrert to naturtyper som det var viktig å ivareta. Det var derfor ikke foreslått justeringer i disse områdene.

Restaureringen av Grøttekilen i 2024 har gjenåpnet et fiskeproduserende areal på 4 500 m². Tiltakene har forbedret gyteforholdene for fisk, inkludert laks, og skapt gode oppveksthabitat for ungfisk. Mudder og jord ble fjernet for å etablere bedre fiskebiotoper, og inntaksløsninger, fiskepassasje og utløpsløsninger ser ut til å fungere godt. Vedlikehold og justeringer vil trolig være nødvendige, og en oppfølgingsplan bør utarbeides for å evaluere effekten av tiltakene og sikre deres langsiktige suksess.



Før habitattiltakene var Grøttekilen gjengrodd og uegnet for fiskeproduksjon (venstre bilde). Etter opprensing av kilen, fremstår kilen i dag med gode gyte- og oppvekstmuligheter for fisk (høyre bilde).

1. Bakgrunn og hensikt

Basert på det gjennomførte miljødesignprosjektet i Lærdalselva (Fjeldstad et al. 2019) og det åpne møtet i Lærdal den 3. desember 2019, ble NORCE LFI bedt om å komme med forslag til tiltak som Østfold Energi (ØE) kan utføre i Lærdalselva. Tiltaksplanen som ble utarbeidet i januar 2020 (Gabrielsen 2020) tar utgangspunkt i identifiserte flaskehalser for fiskeproduksjon i miljødesignrapporten. Planen foreslår å åpne opp flere kiler med hovedhensikt i å øke fiskeproduksjonen i elva. Opprinnelig ble det foreslått å justere flere terskler i hovedløpet for å sikre en mer naturlig sedimentdynamikk, da disse tersklene har en negativ effekt på fiskeproduksjonen ved å forårsake betydelig sedimentering (Fjeldstad et al. 2019). Videre var det foreslått å rippe elvebunnen og legge ut steiner og blokker for å bedre skjulmulighetene for ungfisk. Disse foreslåtte tiltakene fra NORCE LFI avventes i første omgang etter ønske fra Lærdal Elveeigarlag, som har et eget pilotprosjekt på dette. Det fokuseres derfor nå på revitalisering av kiler. Det er kartlagt 14 kiler fra sjøen opp til Ljøsne, hvor Hauge-, Moldeveiti, Tønjum og Erikilen er åpnet basert på tidligere detaljplaner (Gabrielsen et al. 2020; Gabrielsen et al. 2021a, 2021b, 2021c).

Foreliggende rapportering omhandler kile nr. 12 i tiltaksplanen: "Grøttekilen". Erfaringene fra restaureringen av de andre kilene dannet grunnlaget for gjennomføringen av "Grøttekilen".

1.1 Inntaksløsning

Ulike inntaksløsninger ble vurdert for å sikre årssikker vannføring inn i kilen. På grunn av flomfare ved å åpne eksisterende flomsikring/elveforbygning, ble det valgt rørgjennomføring i elveforbygningen for å unngå fremtidige erosjonsskader. Det ble montert en standard basal vingemur ved elveforbygningen (flomsikringen). Fra denne vingemuren starter røret (diameter = 600 mm, indre diameter = 593 mm) som leder vannet ned mot den åpne kilen. Det ble montert en stengeluke med svinghjul på vingemuren og en rist fremfor røråpningen. Dette har fungert godt i f.eks Haugekilen. Elveforbygningen ble lukket igjen for å bevare flomsikringen. Det anbefales at tiltaket følges opp ved store flommer for å vurdere behovet for ytterligere sikring.



For å sørge for årssikker vannføring inn i Grøttekilen, ble det montert en vingemur med rist og stengeluke styrt med et svinghjul i elveforbygningen. Et rør på 600 mm leder vannet gjennom elveforbygningen og videre ned i kilen



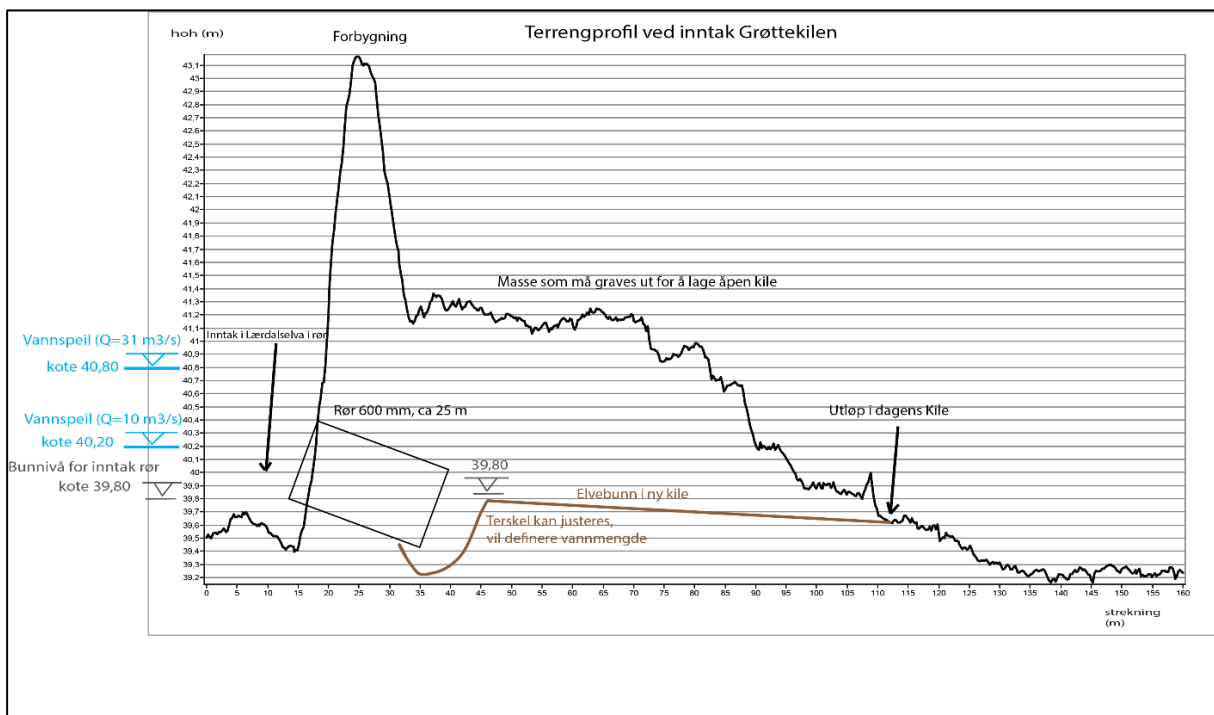
Svinghjul benyttes til å justere luken i vingemuren for å tilpasse vannføringen i Grøttekilen.



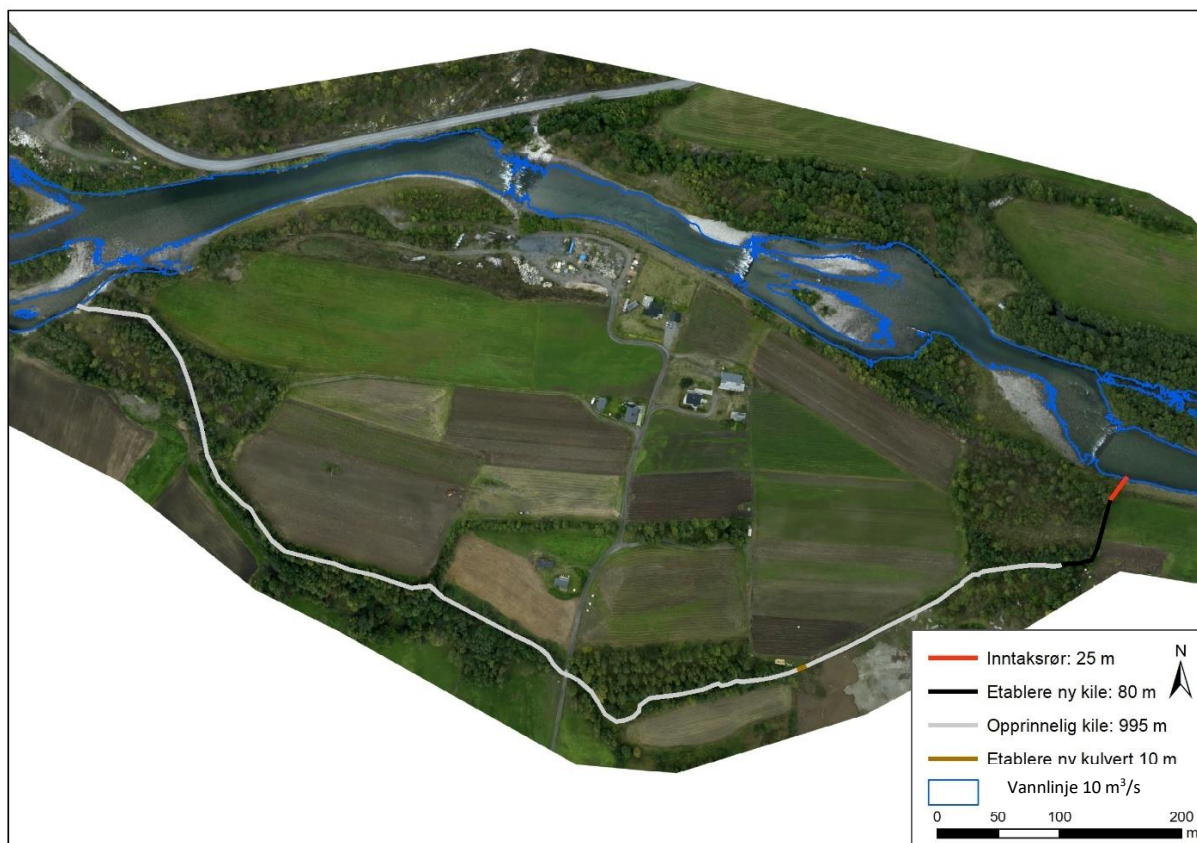
Et plastrør (dykket) sørger for vanngjennomføring i elveforbygningen.

For å være sikker på at kilen til enhver tid har vann, ble det utført en analyse av oppmålte data basert på en differensiell GPS («Reach, RS2») i kombinasjon med Lidar data fra kartverket og egne droneoppmålinger (DJI Phantom 4 RTK). Bunnen til røret ble beregnet til å skulle ligge på kote 39.8 moh. (høyde datum, NN 2000) for å sikre årssikker vannføring i denne kilen ved 10 m³/s i hovedelva **Figur 1**. Vanddypet i røret vil være ca. 40 cm ved en vannføring på 10 m³/s som har en kote på 40.2 moh. Med rørdiameter på 60 cm, så vil toppen av røret ligge på høydekote 40.4 moh. og være dykket store deler av året. Helningen på røret (30 m langt) gjennom elveforbygningen er 1-2 % for å sørge for at masser ikke skal legge seg i røret slik at det i prinsippet skal være selvreisende. Etter at røret var lagt ned, ble blokkene og steinene i elveforbygningen plassert tilbake på plass slik elveforbygningen var opprinnelig. Det må beregnes at det kan være nødvendig med vedlikehold av inntaket for å sikre vanntilførsel hele året, men siden rørintaket stort sett vil være dykket forventes det redusert fare for tilstopping av kvist o.l.

Fra utløpet av røret ble det etablert en ny elvekile på ca. 80 m der det ble gravd ut ca. 500 m³ (grovt anslag) med masser (brun strek). Etableringen av denne delen av kilen fulgte prinsippene gitt i **punkt 1.3**. En oversikt over de ulike delstrekningene i Grøttekilen er gitt i **Figur 2**. Tiltaket vil ha en minimal flomdempende effekt i hovedelva, og slukeevnen til røret vil variere fra ca. 300 l/s til ca. 100 l/s avhengig av vannstand i hovedelven og oppstuvning ved røruttaget. Tiltaket vil forbedre den økologiske tilstanden siden det regnes som restaurering av kilen. Biologisk mangfold vil øke ved at både fisk, bunndyr og vannvegetasjon revitaliseres gjennom årssikker vannføring i kilen. Tiltaket ble gjennomført i mars og april i 2024. Restaureringen av kiler i Lærdalselva er en del av en pågående prosess i forbindelse med påleggsundersøkelser i elva, der elveeiere, forvaltning, Østfold Energi og ulike forskermiljøer samarbeider tett.



Figur 1. Inntaksrøret på 30 m (rød linje) ble lagt ned oppstrøms terskel. Vannivået ved en vannføring på 10 m³/s og en vannføring på 31 m³/s er markert med blått. Bunnivå inntaksrør ble lagt ned på kote 39.80 moh. Kote for vannstand ved 10 m³/s er om lag 40.20 moh. Dette betyr at vanddyptet i plastrøret er ca. 40 cm med en vannføring på 10 m³/s i hovedløpet.



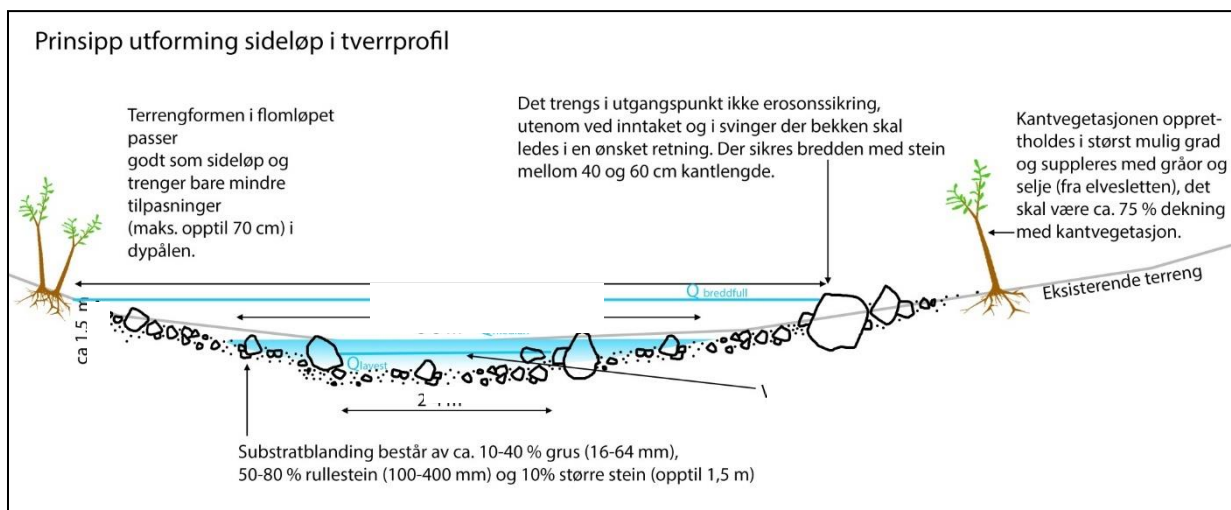
Figur 2. Oversikt over Grøttekilen, og kilens innløp og utløp i Lærdalselva. Blå linje viser vannlinje ved 10 m³/s.



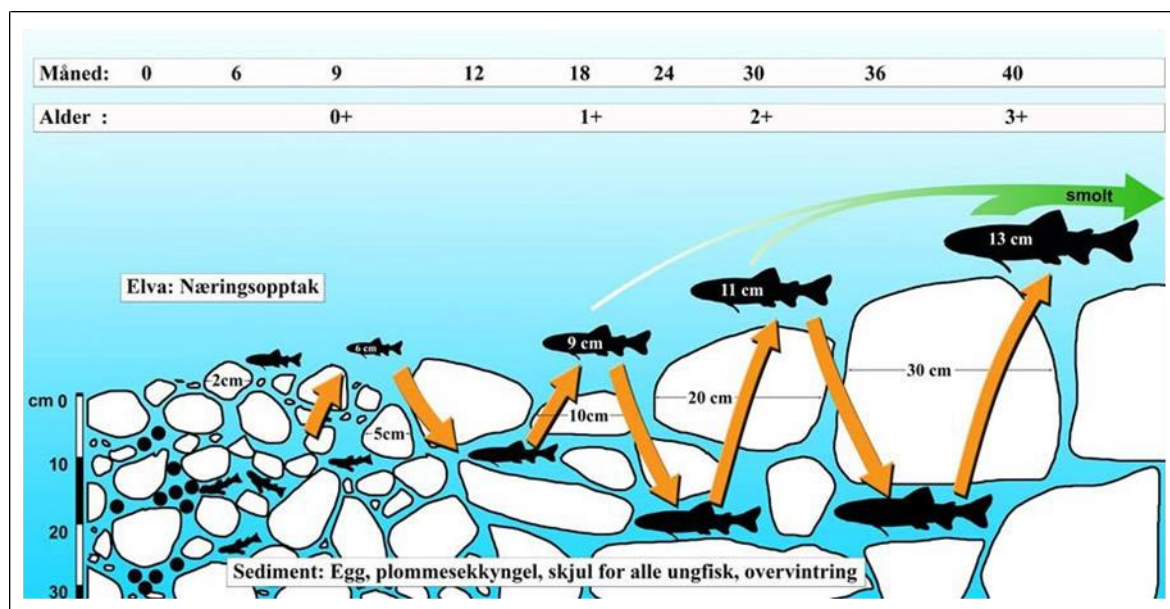
Den øvre delen av Grøttekilen er en ny og kunstig etablert elvekile.

1.2 Prinsipp for etablering av elvekile og skape godt habitat i elvekiler

Substratsammensetning (bunnsammensetning) er vesentlig for å skape gode gyte- og oppvekstbetingelser for fisk (**Figur 3**). Bunnssubstratet kan gjerne bestå av 20-30 % gytegrus (16-64 mm), ca. 70 % av rullestein (10-40 cm) og ca. 10 % av større stein opptil 1 m. Dette avhenger i praksis av fysiske forhold som fallgradient og vannføring, og på sakteflytende parti vil innslaget av silt, sand og mudder øke. I tillegg er det avgjørende hvor stor tilførsel det er av jord og silt fra landbruk, som igjen påvirkes av om det er skikkelige kantsoner mot vassdraget. Ideelt sett har en aure/laksebekk gyteområder som er godt fordelt innad i bekken og som i tillegg har god tilgang til skjulområder i nærheten av gyteplassene. I de senere årene har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon, og dette har vist seg å være et viktig element for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009, **Figur 4**). Aure og laksunger finner som regel skjul i hulrom mellom steiner eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen og i elvekantene. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnssubstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet, og i bekkene er spesielt kantene viktige. Ved steinutlegg er det også viktig å tilpasse mengdene slik at en også ivaretar nødvendig hydraulisk kapasitet i bekken/elva og det kan være nødvendig å ta ut masse fra kilen der det legges ut skjulstein. Det bør legges til rette for varierende dybder og noen større kulper/høler, men dette kan oftest gjøres ved å følge naturlig variasjon i kilebredd og dybdeprofil. For at grus og steinutlegg skal vedlikeholdes og ha en god varighet, og ikke siltes ned bør det være strømmende vann og helst vannhastigheter på over ca. 0,2 m/sek (Pulg m.fl. 2018). På sakteflytende parti med lav fallgradient der det avsettes grus, sand og mudder, vil utlegg av trær være mest egnet for å øke variasjon i strøm, substrat og habitat, samt øke tilgangen på skjul (Pulg m.fl. 2018). Produksjonen av bunndyr vil øke med tilgang på organisk materiale og være viktig mat for ungfisk. Det bør legges ut trær med mye greiner som gjerne festes med steinblokker slik at de blir liggende på høyere vannføringer. Trærne plasseres slik at de ikke tetter elveløpet, for eksempel ved å rette de fra elvekanten og nedstrøms i kilen. Kantvegetasjon må i størst mulig grad alltid bevares, og der den er fjernet bør det om mulig etableres ny kantvegetasjon. Dette kan gjøres ved planting langs kilene eller aller helst ved at gjenvekst av busker og trær bevares og ikke hugges ned. Kantvegetasjonen danner et viktig filter som tar opp avrenning av finstoff og næringssalter fra landbruket, og beskytter kilekantene mot erosjon. Kantvegetasjonen gir skygge og skjul for ungfisk og tilfører næring til bunndyr og ungfisk. Or er gunstig som kantvegetasjon fordi røttene klarer seg under grunnvannsnivået og dermed kan vokse helt ned i vannkanten og gi elvebredden god stabilitet.



Figur 3. Prinsipptegning av utforming og bunnsubstrat for elvekile i tverrprofil. Bredde og dybde kan tilpasses de naturtypiske forholdene i gammelt kileløp.



Figur 4. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk hos laks og aure benytter bunnsubstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg).

I resten av kilen som var åpen, ble det restaurert en lengde på ca. 1 000 m med en bredde som fulgte dagens naturlige breddevariasjon i kilen. Det ble sørget for varierende dybder og noen større kulper/høler i bekken. Skjulstein sammen med trær og røtter/kvister ble lagt ut der dette manglet og kilen ble utformet etter prinsippene vist i **Figur 3**. Mudder og silt ble tatt ut der det var behov for dette og erstattet av steiner. Røtter og noe vannvegetasjon ble bevart for å danne heterogenitet.

1.3 Områder i bekken med andre justeringer

Ca. 750 meter fra kilens utløp til Lærdalselva (**Figur 2**) lå det en gammel kulvert som ble erstattet med en ny kulvert. Den nye kulverten er i dag ca. 3 meter lang, har en bredde på 1,5 m og en høyde på 2,0 m. Dette er en kulvert med åpen bunn slik at naturlig bekkebunn med stein fortsetter gjennom hele kulverten. Dette sørger for gode vandringsforhold for liten og stor fisk. Kulverten har god hydraulisk kapasitet. Det ble etablert en litt dypere kulp nedstrøms utløpet av kulverten.



Ca. 750 meter fra kilens utløp til Lærdalselva (**Figur 2**) lå en gammel kulvert som ble erstattet med en ny kulvert med naturlig bunn.

Ca. 650 meter fra kilens utløp til Lærdalselva lå det en mulighet til å etablere en dypere dam ved å ta ut en del masser. Hensikten med dette var å lage en standplass for større fisk og skape en egnet våtmarksbiotop egnet også for andre arter.



En noe dypere dam med varierende bunn og utlegg av trær danner fin biotop for mange arter i Grøttekilen.

I de nederste 450 meterne fra utløpet til Lærdalselva, ble det ikke utført tiltak bortsett fra i selve utløpet av kilen med etablering av fiskepassasje. I denne delen av kilen er det registrert to naturtyper som det var viktig å ivareta (<https://kart.naturbase.no/>). Det var derfor ikke foreslått justeringer i disse områdene.



I de nedre 450 meterne av kilen er det registrert Rik sump- og kildeskog og flommarkskog.



For å lette oppvandringen av fisk ble det etablert en dypvannsrenne bestående av blokker (1,0 – 1,5 m diameter). Innløpet gir definert lokkestrøm slik at fisken kan finne kilen og vil være passerbart for store og små fisk uavhengig av vannføringen i hovedelva. Ved relativt store vannføringer i hovedelva vil fiskepassasjen fremstå som mer stilleflytende enn vist på bildet.

Ca. 420 meter fra kilens utløp til Lærdalselva går det et hjortegjerde (rød strek) tvers over bekken. Det ble lagt ned en telefonstolpe for å styrke hjortegjerdet samt forhindre hjort fra hjortefarmen i å komme seg ut av innhegningen. Oppstrøms dette gjerdet må det renskes opp, og kvist og kvast som fester seg på gjerdet må jevnlig renskes vekk slik at gjerdet ikke stuver opp vannet i kilen. Selv om vann fritt kan passere under gjerdet, vil det over tid samle seg materialet her som trolig må fjernes med jevne mellomrom og ved behov.



Telefonstolpe liggende over Grøttekilen for å sikre hjortegjerdet.

2. Konklusjoner

Restaureringen av Grøttekilen i 2024, har åpnet opp for et nytt fiskeproduserende areal på om lag 4 500 m². Det er nå gode muligheter for gyting flere steder i kilen, også for laks, og med det tilrettelagte oppveksthabitatet for ungfisk etter gjennomføring av restaurering, forventes det en høy produksjon av ungfisk i kilen. Det ble tatt ut mye mudder og jord for å etablere bedre habitat for fisk. Flere steder i bekken fremstår som viktige biotop for andre arter enn fisk som også er avhengig av vann, og det er variasjon i habitatkvalitet for fisk i ulike deler av strekningen. Inntaksløsning, fiskepassasje (kulvert) midt i kilen og utløpsløsning fremstår som velfungerende.

Det bør følges opp med vedlikehold og eventuelle justeringer i kilen ved behov i tiden som kommer. Det bør lages en plan for å følge opp tiltaket med å revitalisere Grøttekilen og evaluere oppnådd effekt i form av f.eks. gyting og fisketettheter i bekken. En slik evaluering kan gi grunnlag for justeringer og er derfor viktig for å sikre at tiltaket også på sikt fungerer etter hensikten.

Det pågående arbeidet i Lærdalsvassdraget med gjenåpning av elvekiler har til nå sørget for at 6 av 14 kiler har fått årssikker vannføring og ny fiskeproduksjon i et samlet areal på ca.

20 500 m² (**Tabell 1**). Om alle kiler og sideløp åpnes opp, er det estimert et totalareal på ca. 49 500 m² med godt fiskehabitat. Dette er kiler som har blitt mer eller mindre avsnørt fra Lærdalselva i forbindelse med det omfattende flomsikringsarbeidet som har vært utført i vassdraget. De ulike inntaksløsningene og selve utformingen av kilene er et resultat av et tverrfaglig samarbeid mellom Østfold Energi, Lærdal Elveeigarlag, Norconsult, Lærdal Kommune, NORCE LFI og NVE. For de fleste kilene er Lærdal Elveeigarlag tiltakshaver og skal sørge for at kilene fungerer etter hensikten med vedlikehold av f.eks. inntaksløsninger og av fysiske forhold i kilene. Store flommer eller andre hendelser i eller langsmed kilene, kan skape et behov for justering og/eller justering av habitatiltak. Dette behovet er lettest å vurdere etter at kilene har fått vedvarende vannføring over en viss tid og etter at ulike flommer i selve Lærdalselva og tilstøtende innløpsbekker til kilene har fått virke.

Tabell 1. Kilenummer med navn, lengde, snittbredde og estimert produksjonsareal. * Kile som omfattes av annet pågående prosjekt med ferdigstilt detaljplan. ** Kile som er ferdig justert med nye habitatiltak (Mark Brooks).

Kile nr.	Navn	Lengde (m)	Snittbredde (m)	Produksjonsareal (m ²)
1	Nedstrøms Bruhølen	180	5,5	1 000
2	Bruhølen - Chaplin	360	12,0	4 400
3	Haugekilen	1 500	5,0	6 500
4	Haugshagen	200	5,0	1 000
5	Erikilen	550	4,5	2 500
6*	Håbakkenkilen	2 700	4,3	11 700
7	Tilhengaren - Badehølen	330	11,0	3 700
8	Moldebokilen	450	5,0	2 250
9	Moldeveiti	650	5,0	3 000
10	Tønjumskvitli	340	4,0	2 780
11**	Sandenkilen	270	5,0	1 350
12	Grøttekilen	1 120	4,0	4 480
13	Øygardenkilen	750	4,0	3 000
14	Ljøsnekilen	650	3,0	1 950
Totalt		10 050		49 610

3. Referanser

Alfredsen, K., A. Juárez, E. Limpens og A. Sivakumar. (2019). Simulering av vassdekt areal i Lærdalselva. NTNU Rapport B1-2019-5. ISBN 978-82-7598-118-7.

Finstad, A. G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.

Fjeldstad, H.P., Gabrielsen, S. -E., Skår, B. & Robertsen, G. 2019. Miljødesign i Lærdalselva. Flaskehalser for produksjon av laks og ørret. SINTEF Energi AS. Rapport nr. 2019:00915. 145 s.

Gabrielsen, S.-E., Skår, B. & Stranzl, S. 2021. Detaljplan for Tønjumkilen i Lærdalselva. NORCE LFI notat mars 2021.

Gabrielsen, S.-E., Skår, B. & Stranzl, S. 2021. Detaljplan for Moldeveitikilen i Lærdalselva. NORCE LFI notat mars 2021.

Gabrielsen, S.-E. Postler, C. & Stranzl, S. 2021. Detaljplan for Erikilen i Lærdalselva. NORCE LFI notat april 2021.

Gabrielsen, S.-E., Skår, B. & Stranzl, S. 2020. Detaljplan for Hauge-Oftepollen i Lærdalselva. NORCE LFI notat desember 2020.

Gabrielsen, S.-E. & Skår, B.. 2018. Detaljplan elvekile ved Håbakken i Lærdalselva. NORCE LFI notat mars 2018.

Gabrielsen, S.-E. 2020. Overordnet tiltaksplan for Lærdalselva, januar 2020. NORCE LFI Notat.

Pulg, U., Barlaup B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, G. Wiers, T. , Skår, B. Nordmann E. , Fjeldstad H-P., Kroglund, F. 2018: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889