

Notat

Til: Melhus kommune ved Kjersti Dalen Stæhli

Fra: Per Ludvig Bjerke

Sign.:

Ansvarlig: Sverre Husebye

Sign.:

Dato: 4.11. 2016

Saksnr.:

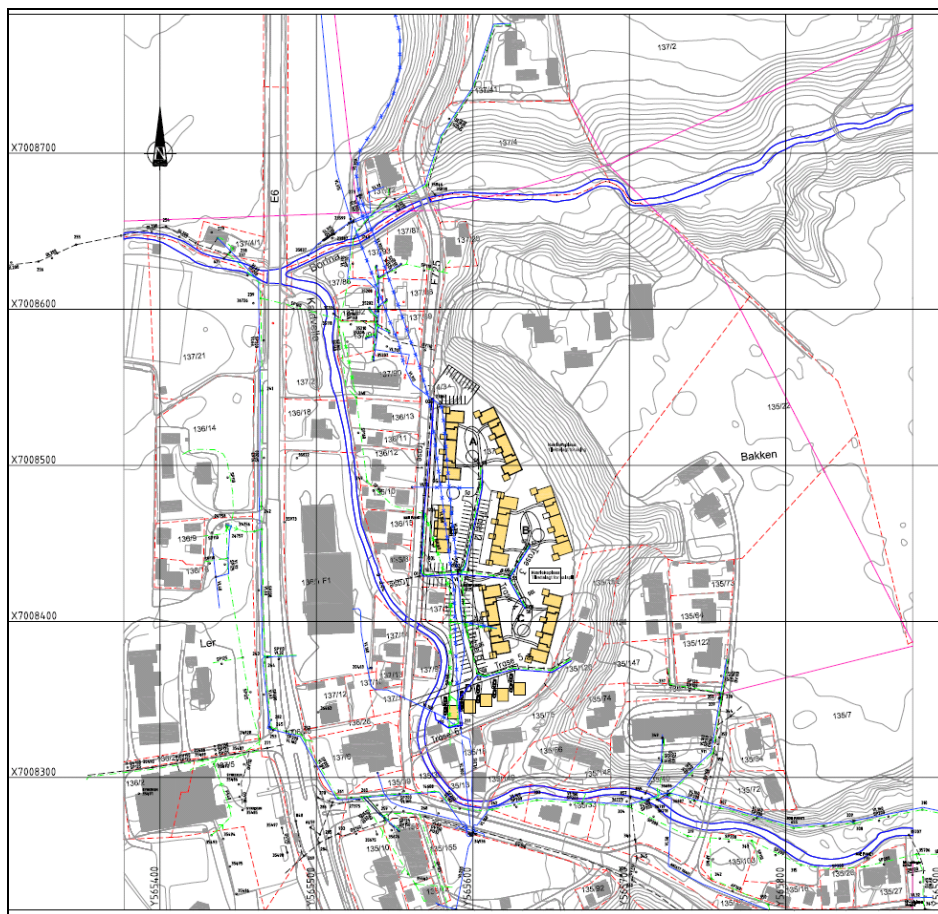
Arkiv: 333/122.AZ

Kopi:

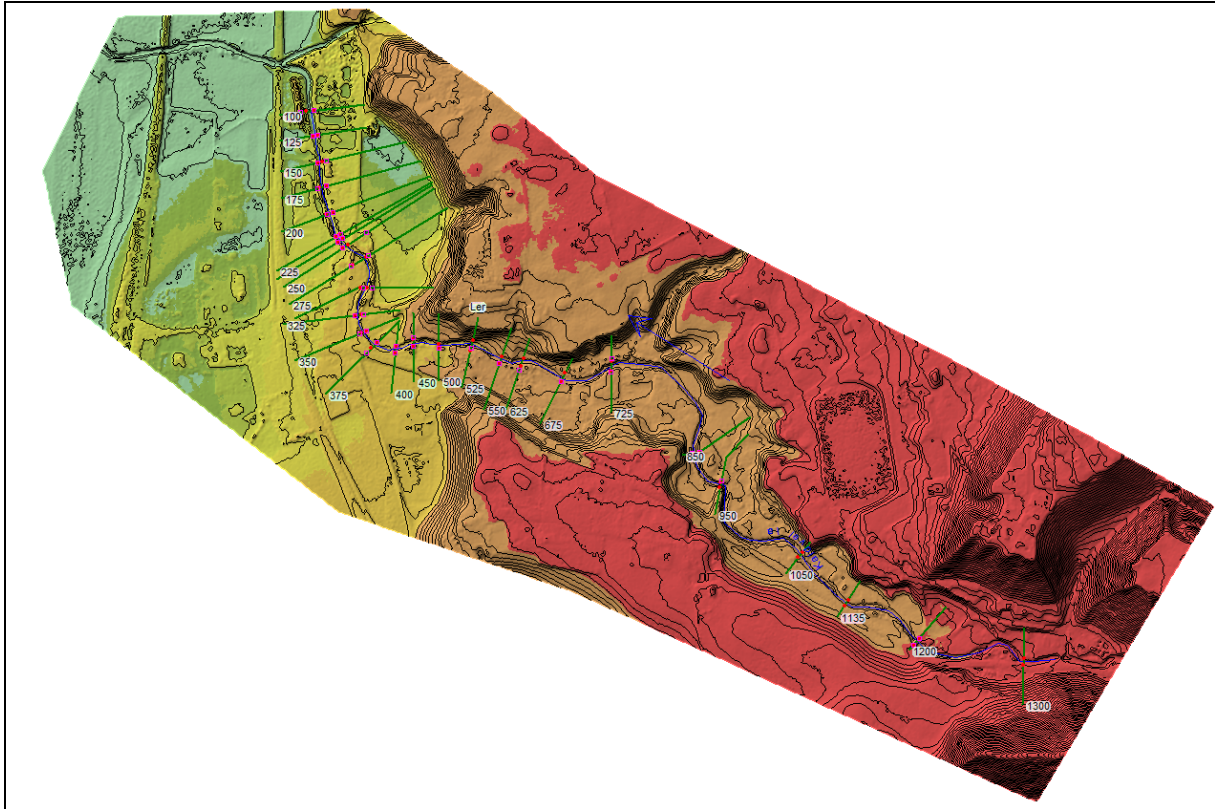
Vurdering av flom og isforhold i Kaldvella i Ler i Sør-Trøndelag.

Innledning

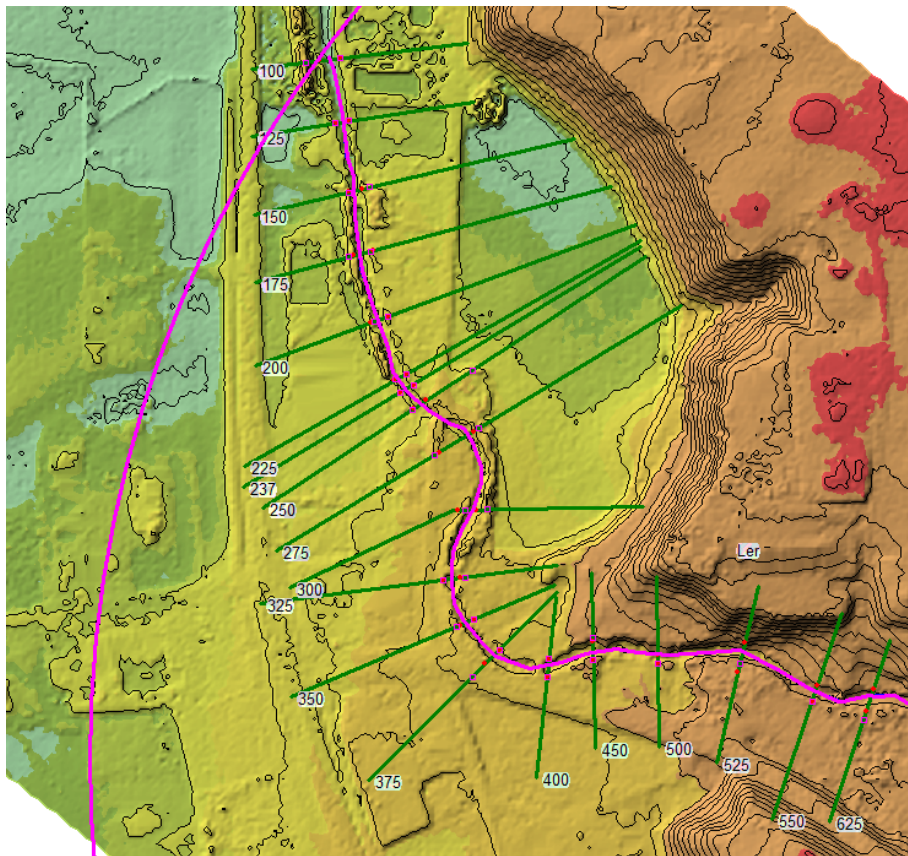
I forbindelse med reguleringsplan for Ler sentrum er det utført analyse av is og flomforhold i Kaldvella i Ler. Det er ønskelig å omregulere sentrum og som en del av grunnlagsarbeidet må flom- og isforholdene utredes og eventuelle tiltak for å forbedre forholdene vurderes.



Figur 1 Kart som viser Ler sentrum med elvene Kaldvella og Bortna.



Figur 2 Kart som viser beliggenheten av profilene for hele modellstrekningen.



Figur 3 Kart som viser beliggenheten av profilene i nedre del av Kaldvella

Datagrunnlag

NVE sin applikasjon Lavvann er brukt for å beregne feltkarakteristikker for feltet ned til Ler. Resultat og kart derfra er vist i tabell 1 og i vedlegg 1.

Det er målt inn vannstander i elva den 15.4 og det ble samtidig målt inn høyde av bredden på utvalgte steder som vist i vedlegg 2.

Det er benyttet laserdata for å ta ut profiler til de hydrauliske beregninger som vist i figur 2.

Tabell 1: Feltkarakteristika for Leirelva og Kaldvella

Elv	Feltareal [km ²]	q _n (61-90)* [l/s*km ²]	Eff sjø [%]	Høydeint. [moh.]	Skog [%]	Myr [%]	Urban [%]
Leirelva	40,1	17,5	0,7	10 – 565	57	10	16
Kaldvella	24,6	20	0,6	25 -525	65	17	1,6

*Avrenning beregnet fra NVEs avrenningskart for normalperioden 1961-1990.

Flomberegning

Det er utført en flomberegning for Kaldvella basert på beregninger for felt i nærheten. Det er ingen målestasjon i elva og beregningen er basert på nærliggende målestasjoner. Beregningen er i hovedsak basert på NVE oppdragsrapport nr. 3 2015 og som omhandler flomberegning for Leirelva i Trondheim. De beregnede flomverdier er gitt i tabell 2.

Tabell 2 De beregnede flomverdier for Leirelva og Kaldvella.

	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Leirelva, m ³ /s	26	39	45	54	63	73	88	101
Kaldvella	15	23	27	32	37	43	53	61

Resultatene av flomberegningen i et endret klima for år 2010 (inkludert klimatillegg på 20%) er vist i tabell 3. Sammenlignet med NIFS Glad et. al. (2) sine verdier er de på den konservative siden.

Tabell 3 De beregnede flomverdier med klimatillegg.

	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Leirelva, m ³ /s	31	46	54	65	76	87	105	121
Kaldvella	19	28	32	39	45	52	63	73

Hydraulisk analyse

Det er satt opp en hydraulisk modell for å beregne hastigheter og vannstander langs Kaldvella for de ulike flomverdier. Den modellerte strekning er fra øverste hus og til samløpet mellom Bortna og Kaldvella. På figur 2 og 3 er strekningen vist sammen med de benyttede profiler.



Figur 4 Bildet viser elva ved svingen ned i sentrum.

Figur 4 viser forholdene ved nr. 135/49 der det ved flom antas at vannet vil renne inn mot det nye boligfeltet. Figur 5 viser forholdene lenger ned og er tatt inn mot jordet der det nye boligfeltet er planlagt.



Figur 5 Bildet viser elva og innover mot området der de nye boligen er planlagt.

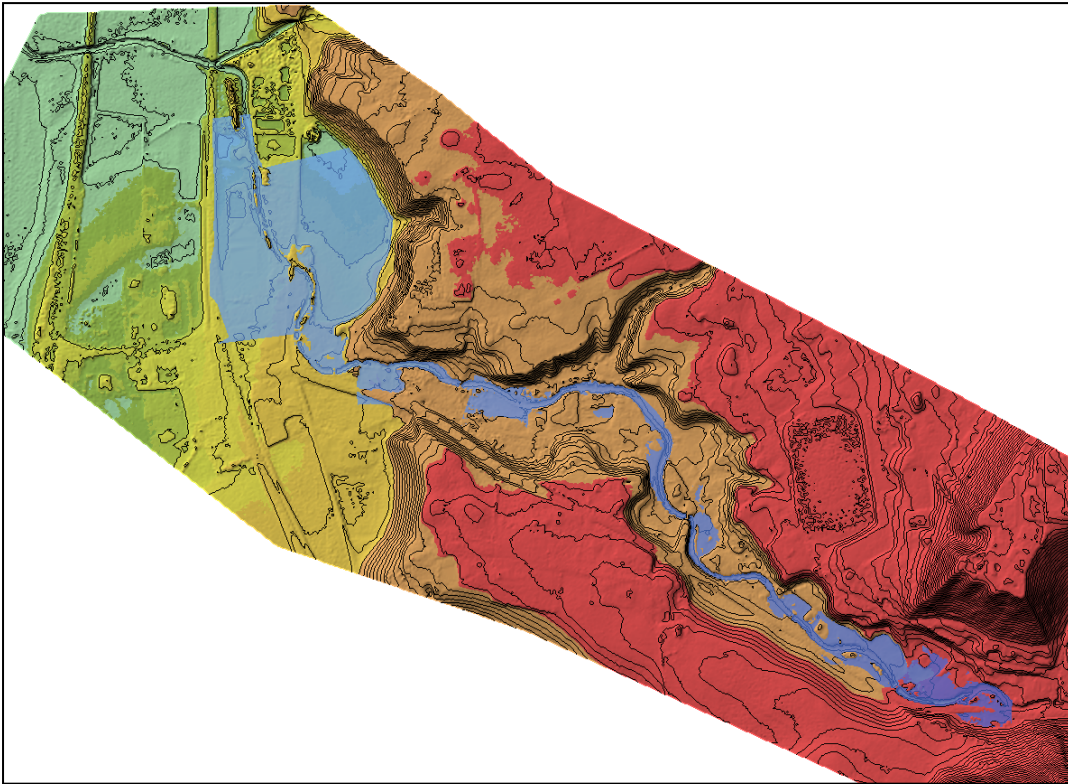
Elvefaret er mellom 3 og 5 m bredt. Elva heller fra kote 43.8 moh øverst til kote 26 moh ved samløpet mellom Bortna og Kaldvella nede ved E-6. Dette gir en helning på 1.2 % for hele denne strekningen. Det er satt opp en hydraulisk modell i Hec-Ras for hele den bebygde strekningen og funnet at hastigheten ved en 200 års flom er ca. 4 m/s. Dette gir et nødvendig areal på 12 m² for å ta unna en 200 års flom. For mange steder i elva er det ikke høye nok bredder og elva vil ved flom gå over sine bredder.

Bruene er ikke inkludert i simuleringen. De er for små for å ta unna en 200 års flom og vil stue opp elva og gi vann som går inn på bredden oppstrøms.

Resultater fra simuleringene er vist på kart i figur 6,7, 8 og 9.



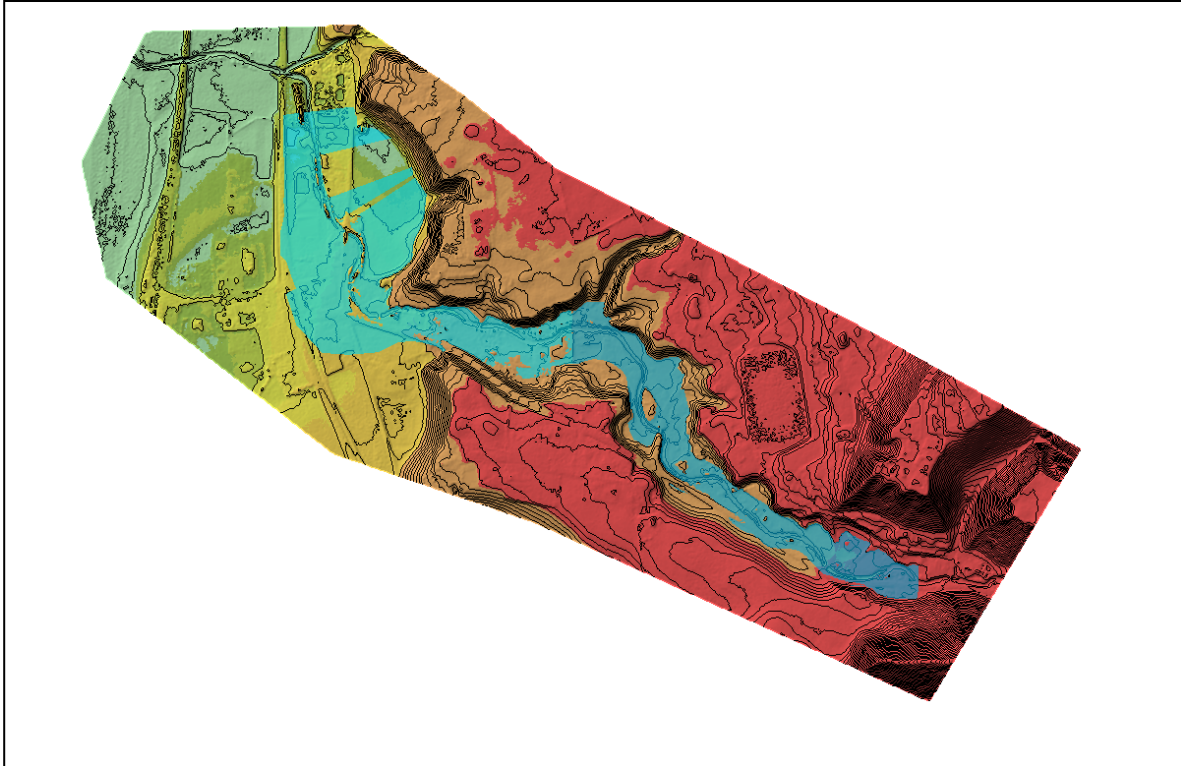
Figur 6 Kart som viser oversvømt området ved middelflom. Bakgrunn Google Maps.



Figur 7 Kart som viser oversvømt området ved middelflom. Bakgrunn Terreng data.



Figur 8 Kart som viser utstrekningen av en 200 års flom i nedre del av Kaldvella. Bakgrunn er Google maps.



Figur 9 Kart som viser utstrekningen av en 200 års flom i nedre del av Kaldvella. Bakgrunn terrengdata.

Tiltak mot flom

Det er flere tiltak som må vurderes for å hindre at flomvannet overstiger elvefaret. Alt avhenger av hvilke tiltak det er plass til og hvilke som er akseptable med hensyn på oppsittere og på fisk og miljø.

Et alternativ er å bygge flomvoll langs hele elva og derved holde vatnet i elva. Dette vil kreve høye voll, være lite estetisk og lite miljøvennlig. Et annet alternativ er å øke bredden av trauret. Et tredje alternativ er å senke elva.

Det mest aktuelle vil være en kombinasjon av å utvide elvefaret og/eller senke bunnen av den.

Det er laget en skisse i figur 10 som viser eksempel på hvordan en mulig kombinasjon av senkning og utvidelse kan brukes for å øke kapasiteten.

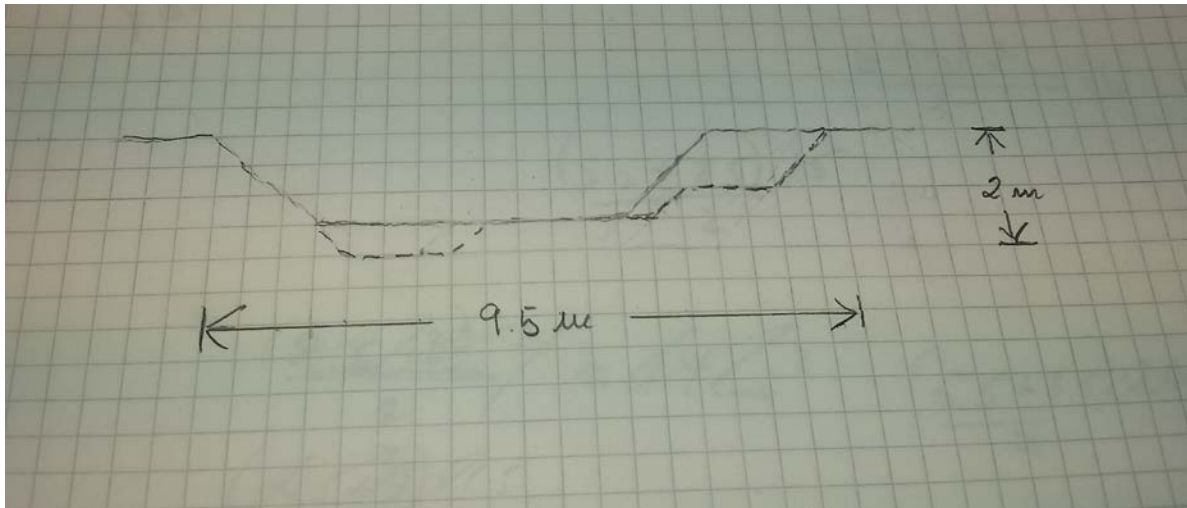
Det er kjørt simuleringer med Hec-Ras for å beregne hvor mye en senkning av bunnen og en utvidelse av farte senker flomvannstanden. Resultatene i vedlegg 4 bekrefter at hastigheten er ca.4 m/s ved flom og at det kreves et areal på 12-13 m² for å ta unna en 200 års flom.

Ved å senke elva med 0.5 m og utvide bunnen til 5 m og med skråninger 1:1 vil det kreve en vannhøyde på ca 2 m. Ved å utvide til 6 m og skråning på 1:1 kreves en høyde på 1.7 m. Resultatet fra kjøringene er gitt i vedlegg 4.

Eksempel for profil nr 450 vil bunnen ligge på kote 27.60 og 200 års flom på 29.50, for profil 400 ligger bunnen på 27.00 og 200 års flom på 28.8, for profil 275 ligger bunnen på 25.30 og 20 års flom på 27.10.

Kaldvella er utsatt for kjøving/bunnisdannelse i perioder med sterk kulde. Dette gjelder i nederste del av elva, langs den bebygde delen. Det skyldes at det er lite vatn i elva vinterstid og vatnet avkjøles når de renner nedover.

For å hindre isdannelse kan det graves en dypål enten midt i elva eller mot en av sidene. Den kan være en 0.5 m dyp og ca. 1 til 2 m bred. Dette vil gi en konsentrert vannstrøm med lite overflateareal og sikre en viss vanddyb uansett vannføring. I dag er elva jevn i hele tverrsnittet og har derved stor vannoverflate og høy avkjøling selv ved små vannføringer.



Figur10 Prinsippskisse for utvidelse av Kaldvella.

Et annet tiltak som både virker flomdempende og dempende på isproduksjonen er å etablere dammer i elva. Disse vil kunne fungere som buffer ved flom og derved redusere flomtoppen. Det vil ved kulde dannes et islag og vannet i kulpen vil være isolert mot videre avkjøling under isen. Dette forutsetter at de lages dype nok. De må også konstrueres slik de ved flom ikke øker flomfaren.

Kaldvella er en av de viktigste gytebekker for sjøørret og uansett hvilke alternativ som velges må hensynet til fisk ivaretas.

Konklusjon

Det er beregnet at 200 års flommen for Kaldvella ved Ler er $52 \text{ m}^3/\text{s}$. Elva er mellom 3 og 5 m bred ved normal vannføring. Den har en helning på ca. 1 til 2 %.

Det er satt opp en hydraulisk modell i Hec-Ras og funnet at hastigheten ved en 200 års flom er ca. 4 m/s. Dette gir et nødvendig areal på 12.5 m^2 for å ta unna en 200 års flom. For dagens elv kreves en høyde på 2.75 m over bunnen. Det betyr at dagens elvefar er for lite til å ta unna en 200 års flom.

Det er flere tiltak som kan gjøres for å unngå flomskader. Et er å bygge en flomvoll på hver side. En annen er å senke og utvide bunnen av elva. Det bør samtidig bygges en dypål enten midt i eller på en av sidene. Dette vil ved selv lave vannføringer gi en konsentrert vannstrøm med lite overflate og derved liten avkjøling.

Ved å utvide elva til 5 m bred i bunnen og senke den med 0.5 m vil vannstanden for en 200 års flom synke ca 1 m. For eksempel ved profil nr 450 og bunnen ligger på kote 27.60 vil 200 års flommen ligge på kote 29.50, for profil 400 ligger bunnen på 27.00 og 200 års flommen på 28.8, for profil 275 ligger bunnen på 25.30 og 20 års flommen på 27.10.

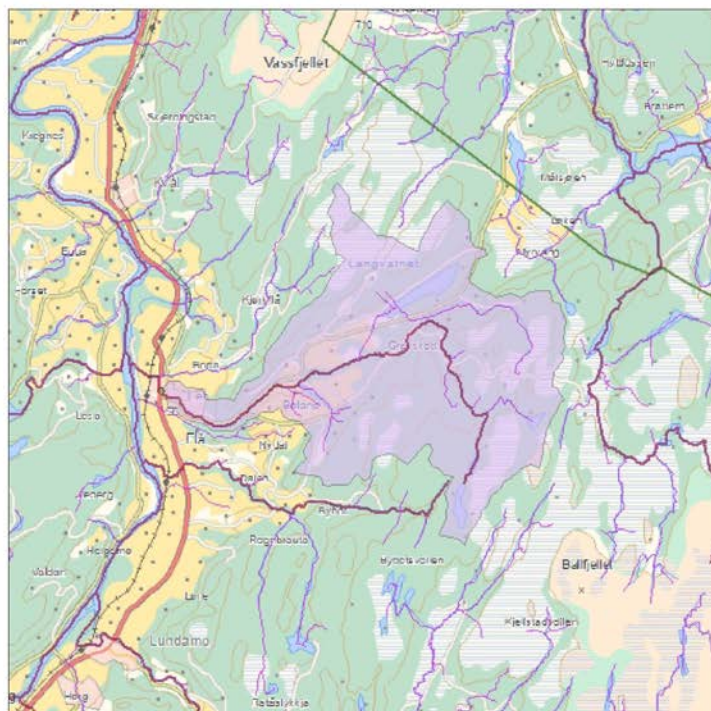
Et annet avdempende tiltak er å lage dammer i elva. Dette vil dempe flommen og det vil ved kalde perioder fryse et lokk der vannet kan sildre under. Den bør være så dyp at det ikke bunnfryser.

Kaldvella er en av de viktigste gyteelver for sjøørret og tiltakene må derfor utformes i nært samarbeid med fiskerifaglig kompetanse.

Referenser:

- (1) NVE 3/2015: Flomberegninger for Leirelva og Nidelva i Sør-Trøndelag.
- (2) NVE Rapport 62 2014: NIFS Delprosjekt 5.1.6. Regionalt formelverk for flomberegning i små felt.

VEDLEGG 1 Kart over feltet ned til boligfeltet og feltkarakteristikker for feltet.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 122.A4Z
Kommune: Melhus
Fylke: Sør-Trøndelag
Vassdrag: KALDVELLA

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	20,6 l/s/km ²
Alminnelig lavvannføring	0,0 l/s/km ²
5-persentil (hele året)	0,0 l/s/km ²
5-persentil (1/5-30/9)	0,0 l/s/km ²
5-persentil (1/10-30/4)	0,0 l/s/km ²
Base flow	0,0 l/s/km ²
BFI	0,0

Klima

Klimaregion	Midt
Årsnedbør	960 mm
Sommernedbør	415 mm
Vinternedbør	545 mm
Årstemperatur	3,7 °C
Sommertemperatur	9,7 °C
Vintertemperatur	-0,7 °C
Temperatur Juli	11,7 °C
Temperatur August	11,7 °C

Feltparametere

Areal (A)	24,6 km ²
Effektiv sjo (S _{eff})	0,6 %
Elvelengde (E _L)	10,9 km
Elvegradient (E _G)	35,3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	37,3 m/km
Feltlengde(F _L)	8,1 km
H _{min}	25 moh.
H ₁₀	155 moh.
H ₂₀	177 moh.
H ₃₀	197 moh.
H ₄₀	257 moh.
H ₅₀	300 moh.
H ₆₀	327 moh.
H ₇₀	361 moh.
H ₈₀	400 moh.
H ₉₀	428 moh.
H _{max}	525 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	10,4 %
Myr	17,4 %
Sjo	2,9 %
Skog	65,5 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	1,6 %

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Denne regionen gir generelt gode estimater av lavvannsindeksene.

VEDLEGG 2 Oppmåling av data ved Ler.

Ler

FID	Name	Northing	Easting	Elevation
0	p1	7016238.59407	264027.5075	28.89
1	p2	7016242.12595	264029.8936	28.95
2	p3	7016234.55157	264051.03267	31.25
3	p4	7016228.45771	264058.62826	29.29
4	p5	7016232.84674	264059.96018	29.3
5	p6	7016257.42759	263917.78763	27.52
6	p7	7016309.84236	263871.90071	26.6
7	p8	7016345.16541	263889.2611	26.05
8	p9	7016491.54243	263847.11303	24.36
9	p10	7016491.60666	263843.07806	24.4
10	p11	7016489.1596	263841.42065	25.38
11	p12	7016585.49627	263837.53997	23.59
12	p13	7016601.01754	263817.86381	23.01
13	p14	7016599.19242	263816.94087	24.51
14	p15	7016468.59745	263889.74002	25.51
15	p16	7016393.13924	263865.26346	26.52
16	p17	7016300.90127	263869.94817	27.68
17	p18	7016279.29305	263876.72262	27.98

VEDLEGG 3 Tabellarisk resultat fra Hec-Ras kjøring for 5 m³/s i Kaldvella. Profilene er de samme som i figur 2 og 3. Høyden av bunnen er i kolonnen benevnt Min Ch El. Og høyden av vannstanden i W.S.Elev.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Ler med flom River: Kaldvella Reach: Ler Profile: 5 kubikk Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ler	1300	5 kubikk	1.00	43.08	43.37	43.35	43.46	0.015276	1.32	0.76	3.52	0.91
Ler	1200	5 kubikk	1.00	40.55	40.99	40.99	41.09	0.020431	1.41	0.71	3.59	1.01
Ler	1135	5 kubikk	1.00	38.25	38.58	38.54	38.66	0.012491	1.26	0.79	3.35	0.83
Ler	1050	5 kubikk	1.00	36.93	37.24	37.24	37.33	0.019785	1.38	0.73	3.83	1.01
Ler	950	5 kubikk	1.00	34.60	34.87	34.78	34.91	0.006071	0.91	1.10	4.24	0.57
Ler	850	5 kubikk	1.00	33.77	34.24	34.24	34.35	0.018674	1.51	0.66	2.87	1.00
Ler	725	5 kubikk	1.00	30.77	31.17	31.12	31.23	0.009022	1.09	0.92	3.82	0.71
Ler	675	5 kubikk	1.00	30.02	30.28	30.28	30.37	0.018267	1.25	0.80	4.67	0.97
Ler	625	5 kubikk	1.00	29.35	29.71	29.63	29.76	0.006620	0.95	1.05	4.28	0.61
Ler	550	5 kubikk	1.00	29.09	29.37	29.37	29.48	0.019403	1.46	0.69	3.27	1.02
Ler	525	5 kubikk	1.00	28.62	29.02	28.92	29.07	0.006511	1.03	0.97	3.39	0.61
Ler	500	5 kubikk	1.00	28.29	28.72	28.72	28.82	0.017651	1.41	0.71	3.28	0.97
Ler	450	5 kubikk	1.00	27.68	28.08	27.98	28.13	0.005593	0.92	1.08	4.03	0.57
Ler	400	5 kubikk	1.00	27.48	27.80	27.80	27.89	0.018285	1.29	0.78	4.33	0.97
Ler	375	5 kubikk	1.00	27.03	27.48	27.42	27.55	0.009317	1.17	0.85	3.22	0.73
Ler	350	5 kubikk	1.00	26.91	27.27	27.20	27.33	0.008026	1.07	0.93	3.63	0.68
Ler	325	5 kubikk	1.00	26.66	26.93	26.93	27.03	0.020125	1.39	0.72	3.84	1.02
Ler	300	5 kubikk	1.00	26.24	26.56	26.50	26.62	0.011904	1.05	0.96	4.15	0.79
Ler	275	5 kubikk	1.00	25.78	26.15	26.15	26.24	0.018583	1.39	0.72	3.63	0.99
Ler	250	5 kubikk	1.00	25.58	26.01	25.86	26.03	0.002939	0.66	1.51	5.83	0.41
Ler	237	5 kubikk	1.00	25.42	25.93	25.74	25.96	0.002713	0.74	1.35	4.04	0.41
Ler	225	5 kubikk	1.00	25.42	25.81	25.81	25.91	0.016550	1.39	0.72	3.30	0.95
Ler	200	5 kubikk	1.00	25.04	25.34	25.34	25.46	0.019569	1.55	0.64	2.77	1.03
Ler	175	5 kubikk	1.00	24.63	25.01	24.90	25.06	0.005610	0.99	1.01	3.28	0.57
Ler	150	5 kubikk	1.00	24.40	24.83	24.74	24.90	0.007666	1.14	0.88	2.89	0.66
Ler	125	5 kubikk	1.00	24.24	24.55	24.53	24.64	0.013425	1.32	0.76	3.15	0.86
Ler	100	5 kubikk	1.00	23.97	24.28	24.24	24.34	0.010004	1.10	0.91	4.05	0.74

Total flow in cross section.

VEDLEGG 4 Tabellarisk oversikt over resultatene fra beregninger med 200 års flom i Kaldvella med dagens elv og med endring Høyden av bunnen er i kolonnen benevnt Min Ch El. Og høyden av vannstanden i W.S.Elev.

Profile Output Table - Standard Table 1														
HEC-RAS River: Kaldvella Reach: Ler Profile: 200 aars flom														
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Ler	500	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	28.29	30.36	30.16	30.41	0.001050	1.42	61.10	48.08		0.34
Ler	500	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	28.29	30.13	29.55	30.20	0.001868	1.73	49.87	47.29		0.44
Ler	450	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	27.68	30.37	29.77	30.39	0.000254	0.78	104.58	81.55		0.17
Ler	450	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	27.60	29.57	29.28	30.07	0.006822	3.16	16.58	9.83		0.76
Ler	400	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	27.48	29.60	29.48	30.30	0.009172	3.74	14.34	8.45		0.91
Ler	400	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	27.00	29.03	29.03	29.83	0.010822	3.97	13.30	8.51		1.00
Ler	375	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	27.03	29.90	29.08	30.05	0.001652	1.93	33.32	18.07		0.43
Ler	375	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	26.50	27.71	28.18	29.27	0.045835	6.15	9.77	10.07		1.98
Ler	350	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	26.91	29.09	29.09	29.90	0.011521	4.08	13.73	8.70		0.98
Ler	350	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	26.40	28.67	28.35	28.67	0.000052	0.31	226.64	133.35		0.07
Ler	325	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	26.66	28.80	28.55	29.33	0.005844	3.33	17.34	10.49		0.80
Ler	325	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	26.15	28.09	27.88	28.61	0.007002	3.20	16.35	10.33		0.80
Ler	300	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	26.24	28.79	28.21	29.14	0.005024	2.95	20.61	10.25		0.65
Ler	300	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	25.60	27.63	27.63	28.37	0.011848	3.80	13.68	9.35		1.00
Ler	275	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	25.78	28.97	27.48	29.03	0.000386	1.06	54.96	23.82		0.22
Ler	275	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	25.30	27.87	27.28	28.00	0.001816	1.63	35.49	26.30		0.42
Ler	250	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	25.58	28.99	27.17	29.01	0.000184	0.88	85.77	32.97		0.16
Ler	250	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	25.00	27.67	26.87	27.93	0.002732	2.34	24.68	12.81		0.48
Ler	237	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	25.42	28.61	27.58	28.97	0.003051	2.65	19.62	7.01		0.51
Ler	237	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	24.90	27.63	26.61	27.88	0.001582	2.35	27.06	11.41		0.46
Ler	225	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	25.42	27.83	27.83	28.86	0.012442	4.51	11.68	5.66		1.00
Ler	225	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	24.90	26.84	26.84	27.79	0.011889	4.32	12.22	6.55		1.00
Ler	200	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	25.04	27.36	27.36	28.30	0.012217	4.29	12.25	6.63		1.00
Ler	200	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	24.50	25.85	26.30	27.28	0.031110	5.30	9.82	8.25		1.55
Ler	175	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	24.63	27.56	27.00	27.93	0.004215	2.76	20.32	10.37		0.60
Ler	175	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	24.10	26.71	25.69	26.95	0.002627	2.18	23.95	11.50		0.47
Ler	150	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	24.40	27.07	27.00	27.76	0.007757	3.81	15.71	10.51		0.85
Ler	150	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	23.80	26.14	25.96	26.80	0.009088	3.60	14.47	8.61		0.87
Ler	125	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	24.24	26.56	26.56	27.53	0.009602	4.35	12.07	6.28		1.00
Ler	125	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	23.80	25.63	25.63	26.51	0.013209	4.14	12.56	7.20		1.00
Ler	100	200 aars flom	Dagens Ler med flom	52.00	23.97	25.81	25.81	26.42	0.009871	3.57	15.88	13.43		0.98
Ler	100	200 aars flom	Plan 2 utvidelse	52.00	23.50	24.67	25.08	25.99	0.029984	5.08	10.24	9.42		1.55

Total flow in cross section.