

---

Oppdragsgiver:	Malvik kommune
Oppdrag:	532782 – Sentrumsplan for Hommelvik
Dato:	2014-01-29
Skrevet av:	Petter Reinemo
Kvalitetskontroll:	Adrian Sigrist

---

## FLOM- OG VANNLINJEBEREGNING AV HOMLA

### INNHOLD

1	Innledning .....	1
2	Beregning av dimensjonerende vannmengder .....	2
2.1	Nedslagsfelt .....	2
2.2	Referansefelt.....	3
2.3	Beregning av skaleringsfaktorer.....	3
2.4	Flomfrekvensanalyse .....	3
2.5	Beregning av dimensjonerende momentanflom.....	5
4	Beregning av vannlinje .....	6
4.1	Hec-Ras modell og inngangsverdier.....	6
4.2	Resultater.....	8
4.3	Anbefalte byggehøyder .....	10
4.4	Sensitivitetsanalyse.....	11
5	Oppsummering.....	12
6	Vedlegg.....	13

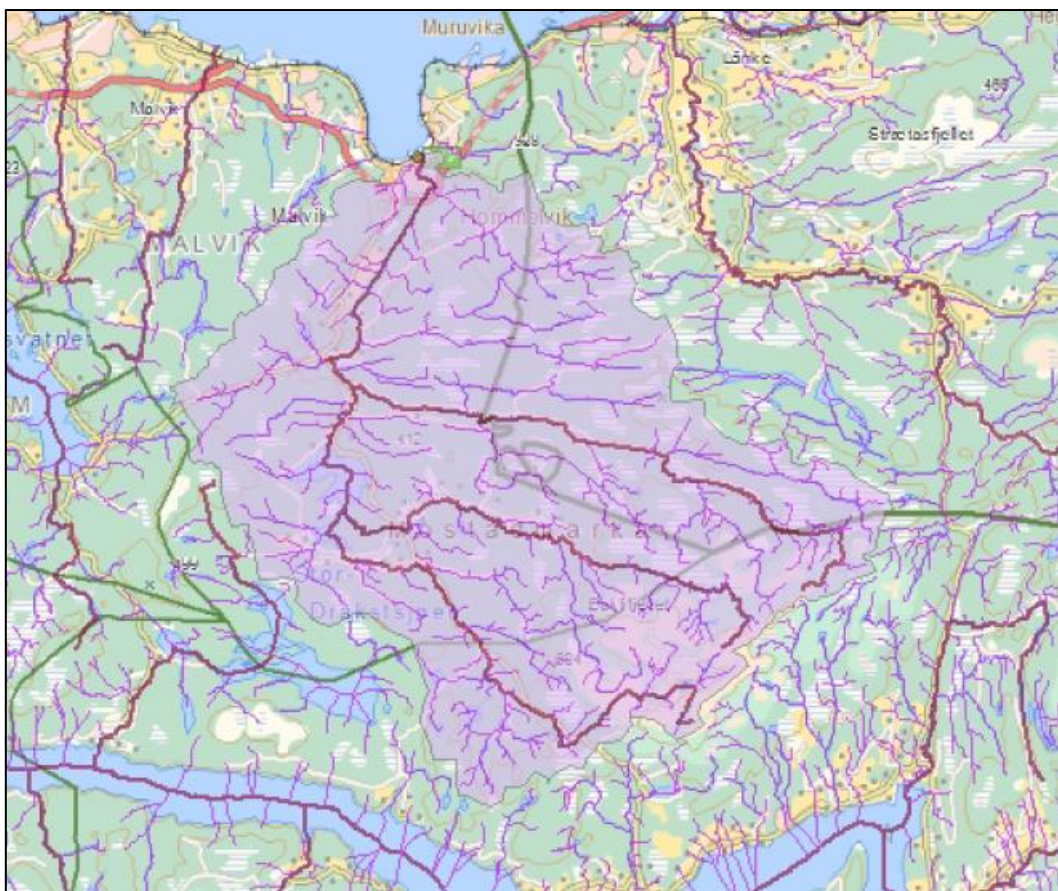
## 1 INNLEDNING

Notatet tar for seg beregning av dimensjonerende flom og vannlinje i elva Homla gjennom Hommelvik sentrum. Beregningene er gjort i forbindelse med arbeidet med sentrumsplan for Hommelvik. Det er tatt utgangspunkt i rapporten «Flomberegning Homla» som ble utarbeidet i forbindelse med prosjektet «527247 – Hommelvik sjøside – detaljprosjektering infrastruktur og byggeledelse» utarbeidet av Asplan Viak i 2012.

## 2 BEREGNING AV DIMENSJONERENDE VANNMENGDER

### 2.1 Nedslagsfelt

Homla ligger i Malvik kommune og har utløp ut til Trondheimsfjorden i Hommelvika. Elva er en del av 123 Nidelvvassdraget og har vassdragsnummer 123.4Z. Feltarealet er 157 km<sup>2</sup> og består i stor grad av skogområder. Feltet strekker seg fra havnivå til 688 moh og har en effektiv sjøprosent på 0.54 %. Elvelengden er på 28,6 km der elvegradient er på 21,5 m/km. Nedslagsfeltet til Homla er vist på figur 1.



Figur 1: Nedslagsfeltet til Homla.

Gjennomsnittlig avrenning fra feltet er fra NVE sitt program LAVVANN beregnet til 2,95 m<sup>3</sup>/s. Den finnes ingen tilgjengelige vannføringsmålinger fra Holma. Beregning av vannmengde må derfor basere seg på skalering av vannføringsserier fra felt som kan representere nedslagsfeltet til Homla. Det er en fordel å benytte referansefelt som i så stor grad som mulig ligner på feltet som det skal beregnes vannføringer for.

## 2.2 Referansefelt

Med utgangspunkt i betraktningene gjort i rapporten «Flomberegning Homla» er det valgt å benytte feltet til målestasjon 127.13 Dillfoss som referansefelt. Hovedparameterne til referansefeltet er vist i tabell 1.

Tabell 1: Feltparametere til Homla og for valgt referansefelt 127,13 Dillfoss.

Felt:	Måleperiode :	Antall år:	Feltareal [km <sup>2</sup> ):	Elvel. [km]	Eff.sjø [%]:	Skog [%]:	Snaufjell [%]	Q <sub>middel</sub> [l/skm]	Høyde [moh]
Homla			157	28,6	0,5	78	4	18,8	1 - 688
127.13 Dillfoss	1973-2011	39	483	53,2	0,2	41	21	34,5	39- 1031

Nedslagsfeltet til 127.13 Dillfoss er ca tre ganger så stort som feltet til Homla. 90% av feltet ligger innenfor samme høydeintervall som Homla og elvegradienten er omtrent den samme. Effektiv sjøareal er her på 0,2 %, noe som er representativt for Homla. Måleserien til Dillfossen har bra kvalitet med tanke på flomberegninger (vurdering gjort av NVE).

## 2.3 Beregning av skaleringsfaktorer

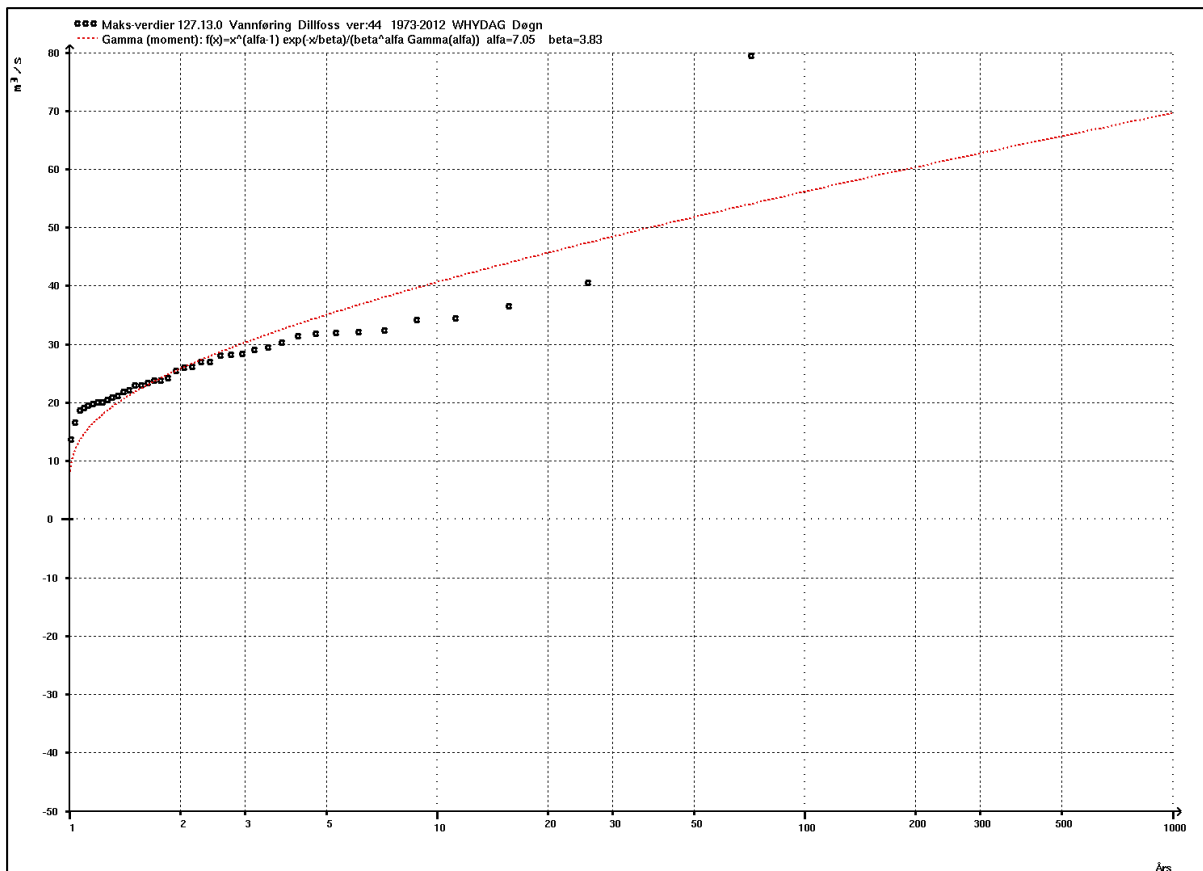
En skaleringsfaktor som representerer forholdet mellom Homla og Dillfossen er beregnet i (1). Det er skalert basert på middelavrenning (Q<sub>middel</sub>) og feltareal.

$$F_{Dillfoss} = \frac{A_{Homla} * q_{middel,Homla}}{A_{Dillfoss} * q_{middel,Dillfoss}} = \frac{157 \text{ km}^2 * 18,8 \frac{l}{s * \text{km}^2}}{483 \text{ km}^2 * 34,5 \frac{l}{s * \text{km}^2}} = 0,18 \quad (1)$$

## 2.4 Flomfrekvensanalyse

Skaleringsfaktoren er multiplisert med avrenningsserien fra Dillfoss, noe som er gjort i programmet Hydra2. Det er videre kjørt en flomfrekvensanalyse på den konstruerte vannføringsserien. Det er valgt en fordelingsfunksjon som best mulig tilpasses målingene og betraktningene rundt analysen.

Av flomfrekvensanalysen ser man at det er en vannføringsverdi som er vesentlig høyere enn de andre. Denne kommer fra flommen som opptrådte 31. januar 2006. I følge NVE førte flommen til omfattende oversvømmelser. Målestasjonen på Dillfoss hadde den dagen problemer på grunn av flommen. Opplysninger fra NVE viser at vannføringsmålingen for 31. januar er skalert opp til Dillfoss basert på referansefeltet Grunnfoss. Usikkerheten knyttet til skaleringen på Dillfoss og videre skalering til Homla kan være stor. Ettersom denne verdien avviker vesentlig fra resterende måleserie antas det at den kan overestimere vannføringen noe. Det er ingen tvil om at dette var en hendelse der vannføringen var spesielt stor. Det er derfor valgt å ta den med i flomfrekvensanalysen og velge en fordelingsfunksjon som legger meg mellom denne verdien og resterende måleserie. På bakgrunn av betraktningen er det benyttet en Gamma-fordeling (moment). Analysen er vist i figur 2.



Figur 2: Flomfrekvensanalyse av vannføringsserie for Homla skalert fra 127.13 Dillfos.

I henhold til NVE rapport 5-2011 er det lagt til et klimatillegg på 20% til den beregnede flomvannføringen. Påslaget gjelder for alle nedslagsfelt < 100 km<sup>2</sup> i Trøndelag. Flomvannføringen blir derfor multiplisert med en faktor på 1,2.

Tabell 2 gir beregnet døgnmiddelflom for Homla for 20, 200 og 1000 års returperiode. Dette er returperioder som er dimensjonerende i forhold til sikkerhetsklasser mot flom gitt av Byggeteknisk forskrift (TEK10).

Tabell 2: Beregnet døgnmiddelflom for ulike returperioder for Homla, inkludert et klimatillegg på 20%.

Gjenntaksintervall:	Døgnmiddelflom:
20 år	54.8 m <sup>3</sup> /s
<b>200 år</b>	<b>72.3 m<sup>3</sup>/s</b>
1000 år	83.5 m <sup>3</sup> /s

## 2.5 Beregning av dimensjonerende momentanflom

Forholdet mellom momentanflom og døgnmiddelflom er beregnet ut fra regresjonsligningene gitt i NVE retningslinjer 04-2011. Ligningene blir benyttet da det ikke finnes noen representative målestasjoner for Homla eller i nærliggende felt. Regresjonsligningene gir følgende forholdstall for Homla:

Vårflom: 
$$M = \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,26 \quad (5)$$

Høstflom: 
$$M = \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,45 \quad (6)$$

Av vannføringsdataene fra Dillfossen ser man at flertallet av de største flommene forekommer om våret (april til juni), men at flommene om høsten kan være like store (men færre). At flertallet av flommene kommer om våren er et resultat av snøsmeltingen. Faktor (M) for høstflom på 1,45 blir, som høyeste verdi, benyttet og multiplisert med beregnet døgnmiddelflom.

$$Q_{moment} = Q_{200} * M \quad (7)$$

Dimensjonerende momentanflom for Homla for ulike gjentaksintervaller er gitt i tabell 3:

*Tabell 3: Beregnet dimensjonerende momentanflom for ulike returperioder for Homla.*

Gjentaksintervall:	Momentanflom:
20 år	79 m <sup>3</sup> /s
<b>200 år</b>	<b>104 m<sup>3</sup>/s</b>
1000 år	121 m <sup>3</sup> /s

## 4 BEREGNING AV VANNLINJE

For å beregne 200 års vannlinje på elvestrekningen er det satt opp en Hec-Ras modell. 200 årsflommen representerer kravet til flomsikkertnivå for sikkerhetsklasse F2 i TEK10. Hec-Ras er et hydraulisk 1-dimensjonalt program som beregner hydrauliske parametere med vannmengde, elvas geometri, anslått Manningstall (ruhet) og grensebetingelser som inngangsverdier.

### 4.1 Hec-Ras modell og inngangsverdier

#### Geometri:

Geometrien til elva er lagt inn i Hec-Ras basert på en oppmåling av karakteristiske elvetverrsnitt med GPS og grunnlagskart med 1-meter ekvidistanse. Elvetverrsnittene er valgt for å gi en best mulig beskrivelse av elvas geometri. Profilene er vist i vedlegg. Profil 1-6 ble målt opp i 2012 i forbindelse med prosjektet «Hommelvik sjøside – detaljprosjektering, infrastruktur og byggeledelse».

Gangbrua over Homla sørøst for friidrettsbanen og brua i Havnevegen oppstrøms E6 er lagt inn i modellen. E6-brua og brua i Havnevegen nedstrøms E6 er vurdert på bakgrunn av rapporten «Flomberegning Homla» til å gi en neglisjerbar innvirkning på Homle for aktuelle beregninger. De to bruene er derfor ikke lagt inn i modellen.

Plassering til benyttede tversnittprofiler er vist i figur 3.

#### Manningstall:

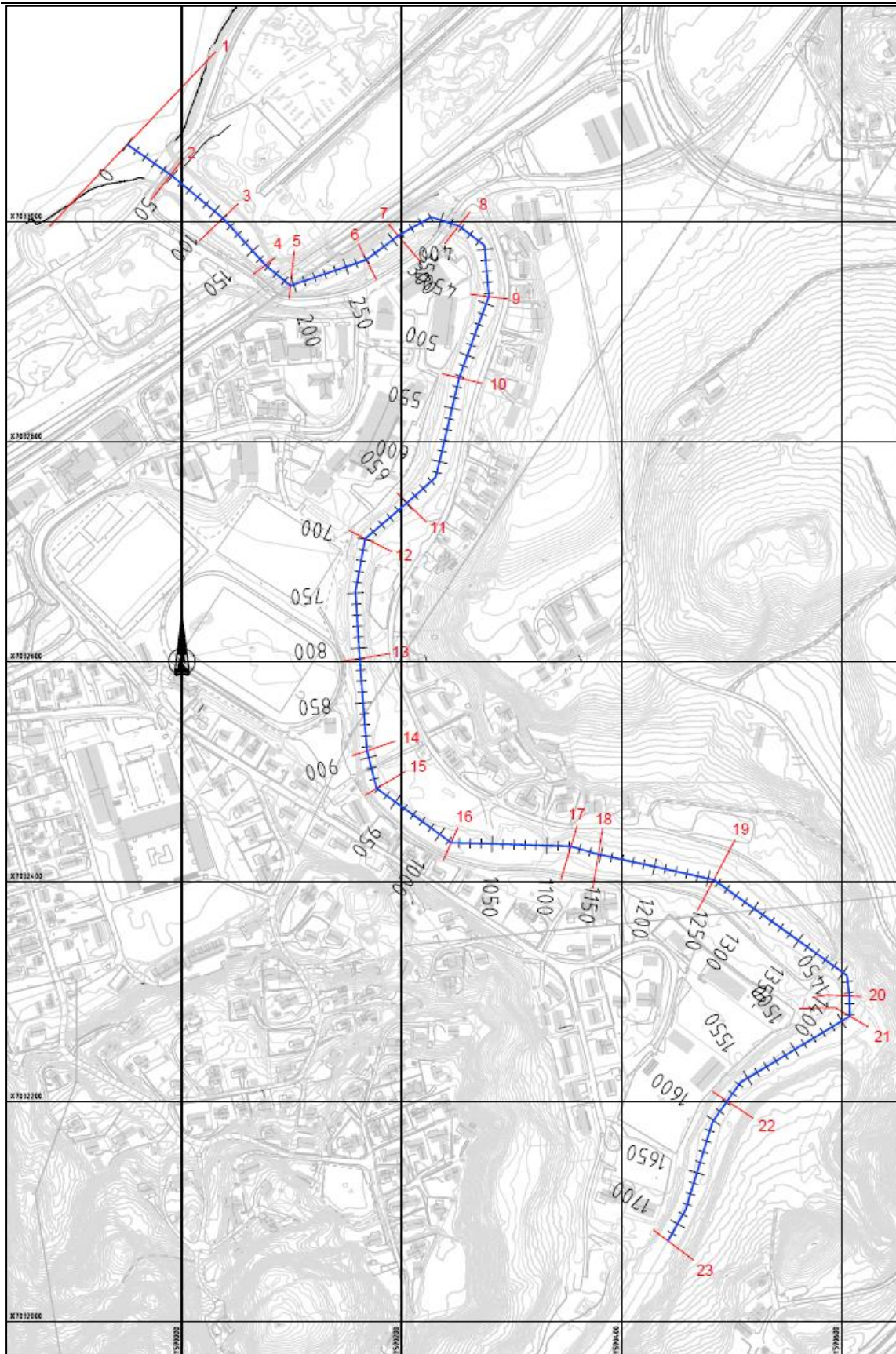
Ruheten i elva er satt på bakgrunn av en vurdering ved befaring samt anbefalinger gitt i ulik litteratur. Det er benyttet et Manningstall (M) på 30 i elveløpet og 20 på sidekantene.

#### Grensebetingelser:

Som øvre grensebetingelse er normalstrømning benyttet for en helning på 10 promille. Dette virker å være mest representativt.

Som nedre grensebetingelse er en gitt vannstand benyttet ettersom Homla munner ut i Hommelvika. Havnivået varierer med månens gang og værforhold. Hvilket havnivå som velges som dimensjonerende ved 200 årsflommen må basere seg på en generell vurdering. I vannlinjeberegningen er det valgt å benytte høyeste astronomiske tidevann (HAT) som dimensjonerende tilfelle. HAT er hentet fra sehavniva.no og er for Hommelvik på 175 cm. Det blir videre lagt på et tillegg for forventet havnivåstigning de neste 100 årene på 10 cm. Denne verdien er hentet fra rapporten «Endringer i fortidens, dagens og framtidens havnivå med spesielt fokus på vestlandskysten, 2012» utarbeidet av Bjerknessenteret for klimaforskning. 10 cm representerer omtrent gjennomsnittet av verdiene for de estimerte anslagene. HAT inkludert havnivåstigning gir en nedre grensebetingelse på 185 cm. For dagens situasjon tilsvarer det høyvann med et gjentaksintervall på mellom 1 og 5 år.

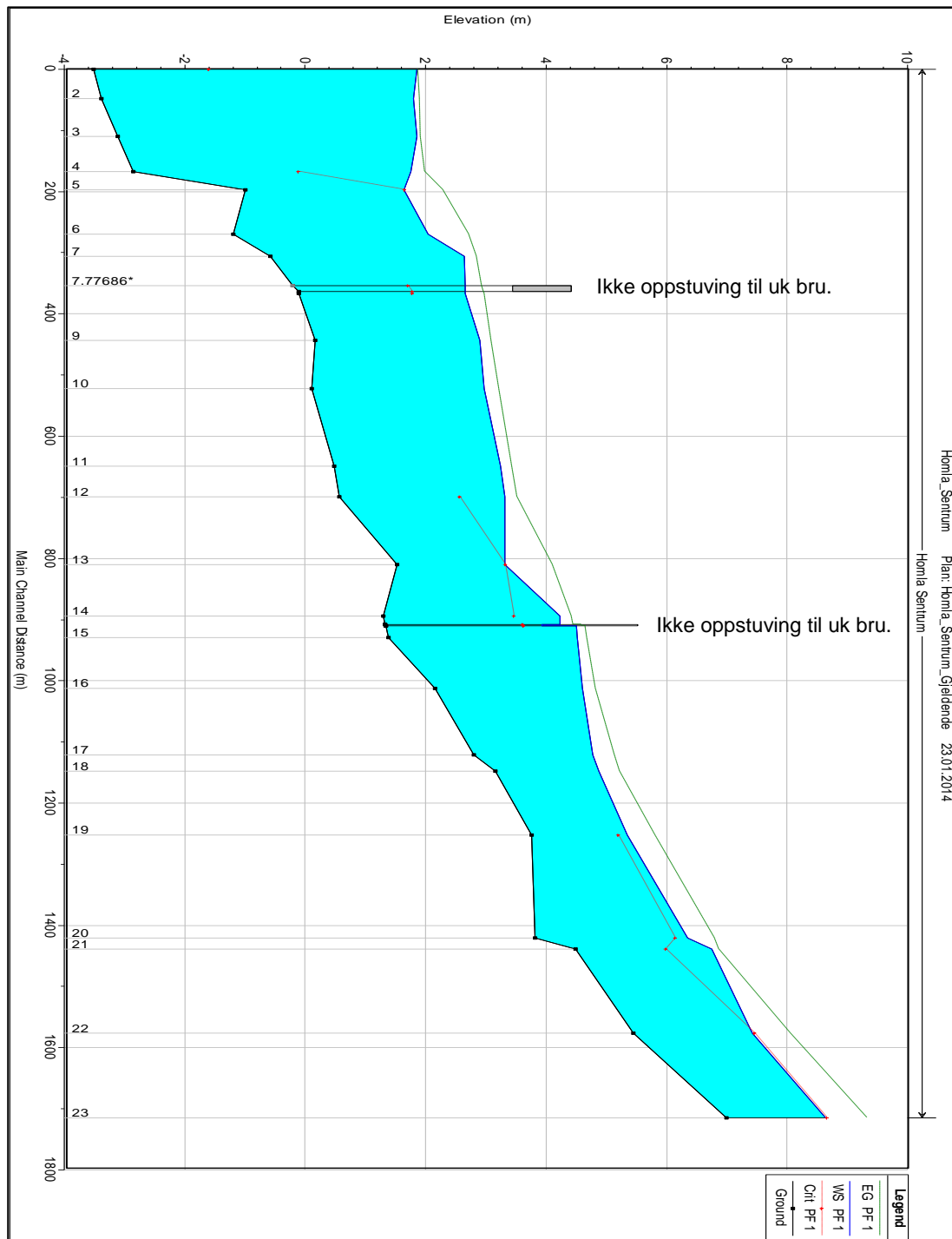




Figur 3: Den beregnede elvestrekningen gjennom planområdet med benyttede elvetverrsnitt (rødt) og profilering.

## 4.2 Resultater

Resultatene fra modelleringen av Homla er vist på figur 4 og i tabell 3. Det henvises til tverrsnittene og profileringen på figur 3.



Figur 4: Beregnet vannlinje for 200 års vannmengde i Homla. Grønn stipling indikerer energilinjens.



Tabell 3: Resultater fra Hec-Ras modellen av Homla for 200 årsflom ( $M=30/20$ ).

Profil [nr]	Elvebunn [moh]	Vannlinje [moh]	Energilinje [moh]	Hastighet [m/s]	Froude tall
23	6.99	8.63	9.31	3.7	1.01
22	5.45	7.43	8.05	3.71	0.93
21	4.49	6.75	6.86	1.6	0.37
20	3.81	6.35	6.78	3.12	0.76
19	3.76	5.35	5.79	2.97	0.81
18	3.16	4.88	5.21	2.6	0.67
17	2.8	4.78	5.11	2.71	0.62
16	2.15	4.6	4.8	2.09	0.47
15	1.38	4.51	4.66	2.08	0.4
14	1.3	4.23	4.4	2.13	0.43
13	1.53	3.31	4.08	4.08	1.01
12	0.56	3.31	3.49	2.28	0.46
11	0.48	3.24	3.41	2.13	0.44
10	0.11	2.97	3.2	2.27	0.45
9	0.17	2.9	3.07	1.9	0.38
8	-0.1	2.66	2.95	2.47	0.49
7	-0.58	2.64	2.83	2.07	0.4
6	-1.2	2.04	2.7	3.62	0.75
5	-1	1.64	2.27	3.82	0.87
4	-2.86	1.75	1.96	2.04	0.34
3	-3.11	1.85	1.9	0.97	0.15
2	-3.39	1.8	1.88	1.28	0.22
1	-3.52	1.85	1.85	0.2	0.04

### 4.3 Anbefalte byggehøyder

Med utgangspunkt i beregnet energilinje og krav til sikkerhet mot flom i TEK 10 er det utarbeidet anbefalte krav til minimum byggehøyder langs Homla for sikkerhetsklasse F2. For å angi byggehøyde er energilinja til elva addert med 0,5 meter. Dette for å ta hensyn til is og eventuelle andre gjenstander som kan påvirke elveløpet. Det er kjent at is tidligere har skapt problemer på deler av elvestrekningen.

På elvestrekningen lengst nedstrøms Homla baserer kravet til byggehøyder seg på verdier for stormflo. Dimensjonerende nivå er hentet fra tabell 2 i rapporten «Hommelvik sjøside, geotekniske vurderinger som grunnlag for bebyggelsesplan» som Rambøll utarbeidet i 2008. Det er tatt utgangspunkt i et dimensjonerende nivå for bebyggelse ved Hommelvik sjøside på kote + 4,0. Profilene i tabell 4 henviser til tverrsnittprofilene i Hec-Ras modellen og på figur 3.

*Tabell 4: Krav til byggehøyder langs Homla for sikkerhetsklasse F2. Det refereres til tverrsnittprofilene i figur 3. Høydene er gitt i NN1954.*

Profil [nr]	Byggehøyde [moh]
23	9.81
22	8.55
21	7.36
20	7.28
19	6.29
18	5.71
17	5.61
16	5.3
15	5.16
14	4.9
13	4.58
12	4.0
11	4.0
10	4.0
9	4.0
8	4.0
7	4.0
6	4.0
5	4.0
4	4.0
3	4.0
2	4.0
1	4.0

#### 4.4 Sensitivitetsanalyse

Det er gjort en sensitivitetsanalyse av modellen der ruheten i elveløpet økes med 20%. Dette for å vurdere modellens følsomhet og for å kvalitetssikre resultatene. I sensitivitetsanalysen er det benyttet et Manningstall på 24 i elveløpet og 16 på sidekantene.

Tabell 5 viser forskjellen mellom resultatene for modellen kjørt for M=30/20 og M=24/16.

Resultatene viser at vannlinjen og energilinen stiger noe ved økt ruhet. I de anbefalte byggehøydene (tabell 4) blir denne usikkerheten tatt hensyn til i form av tillegget på 0,5 meter.

*Tabell 5: Tabellen viser resultatene fra sensitivitetsanalysen. Verdiene angir resultatene fra modellen kjørt med M=30/20 minus modellen kjørt med M=24/16.*

Profil [nr]	Vannlinje [moh]	Energilinjje [moh]
23	-0.32	-0.08
22	-0.02	0
21	-0.13	-0.11
20	-0.21	-0.12
19	-0.23	-0.1
18	-0.2	-0.13
17	-0.21	-0.13
16	-0.14	-0.11
15	-0.1	-0.07
14	-0.12	-0.09
13	-0.37	-0.1
12	-0.25	-0.21
11	-0.24	-0.2
10	-0.22	-0.18
9	-0.2	-0.17
8	-0.2	-0.15
7	-0.15	-0.13
6	-0.25	-0.13
5	0	0
4	-0.03	-0.02
3	-0.01	0
2	0	0
1	0	0

## 5 OPPSUMMERING

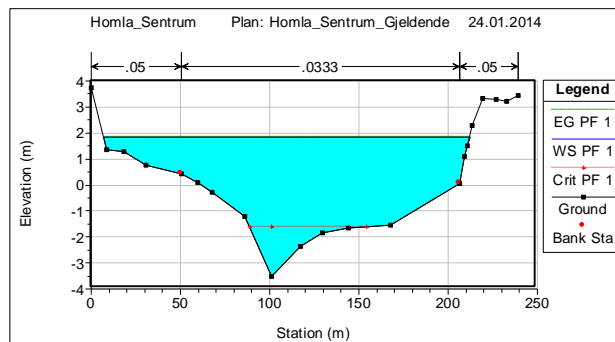
Dimensjonerende 200 årsflom i Homla, gjennom Hommelvik sentrum, er beregnet til 104 m<sup>3</sup>/s basert på skalering fra et referansefelt. Det er laget en hydraulisk modell av den aktuelle elvestrekningen basert på oppmåling med GPS for å beregne dimensjonerende vannlinje og energilinje.

Med utgangspunkt i beregningene og krav til sikkerhet mot flom i TEK 10 er det utarbeidet anbefalte krav til minimum byggehøyder for ny bebyggelse langs Homla. På elvestrekningen lengst nedstrøms Homla baserer kravet til byggehøyder seg på rapporten «Hommelvik sjøside, geotekniske vurderinger som grunnlag for bebyggelsesplan» som ble utarbeidet av Rambøll i 2008.

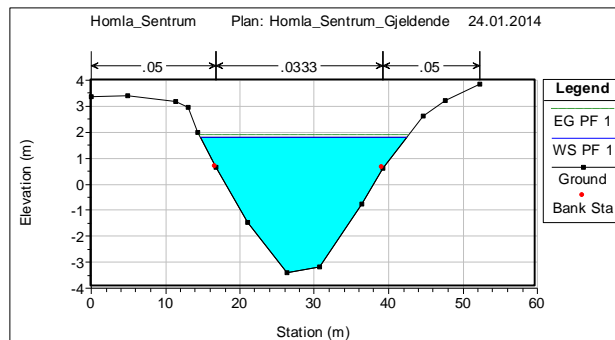
## 6 VEDLEGG

Benyttede elveprofiler i Hec-Ras modellen er vist under. Nummereringen av profilene henviser til nummereringen på figur 3. Vannlinjen i profilene indikerer 200 års vannlinje.

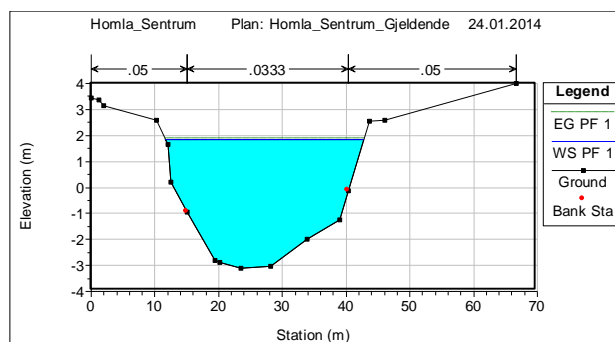
1:



2:

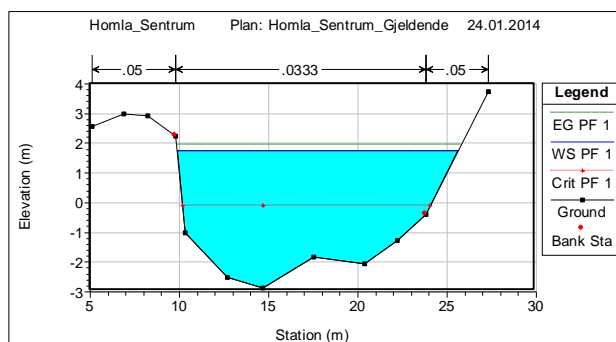


3:

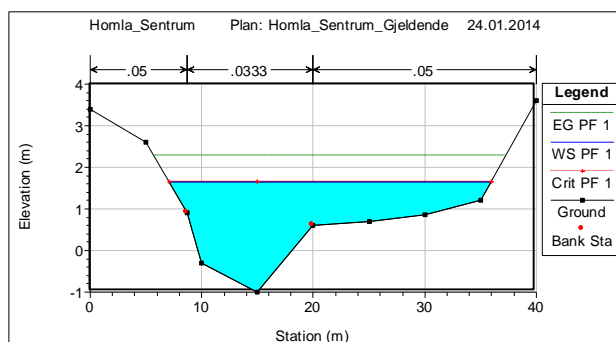




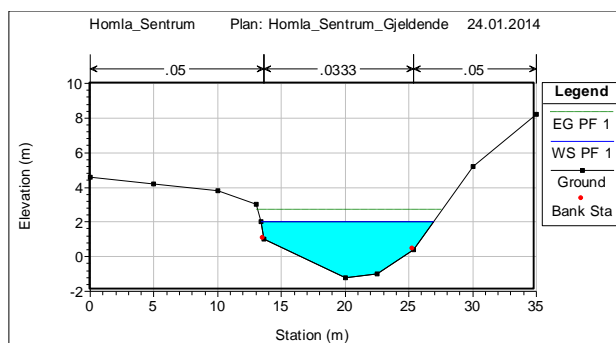
4:



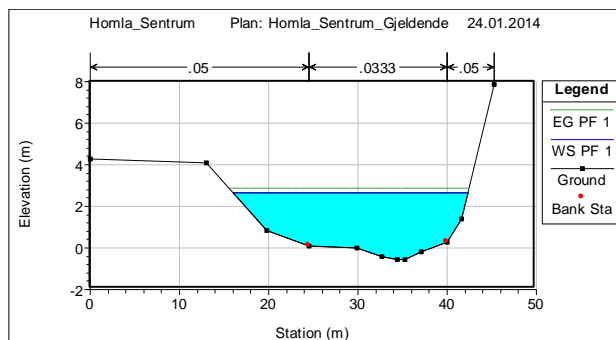
5:



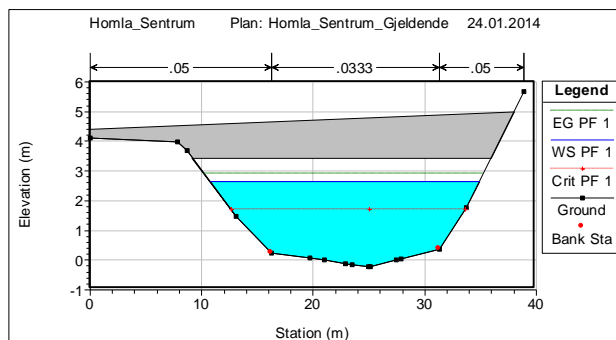
6:



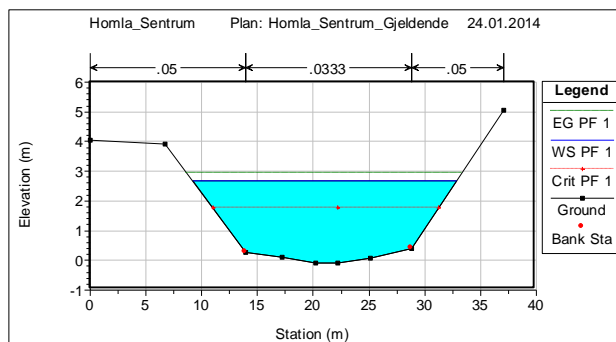
7:



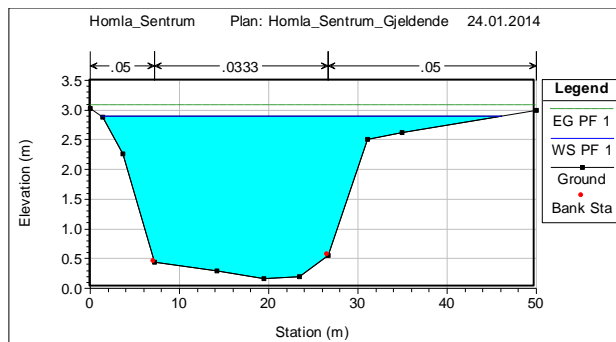
Bru (Havnevegen oppstrøms E6):



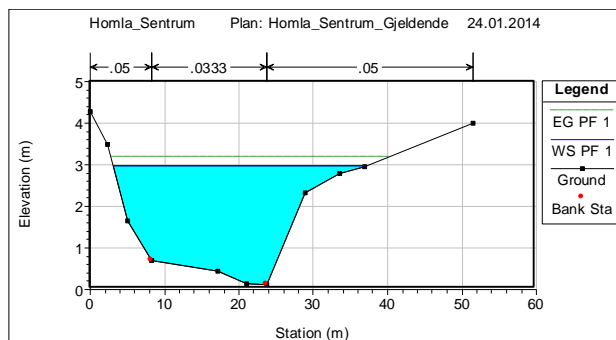
8:



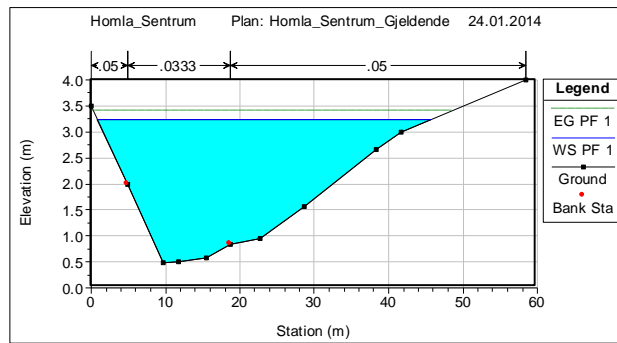
9:



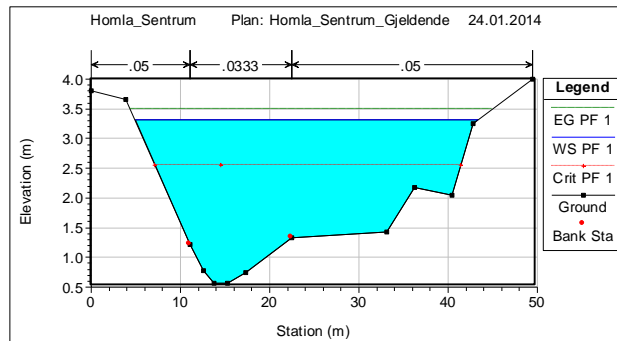
10:



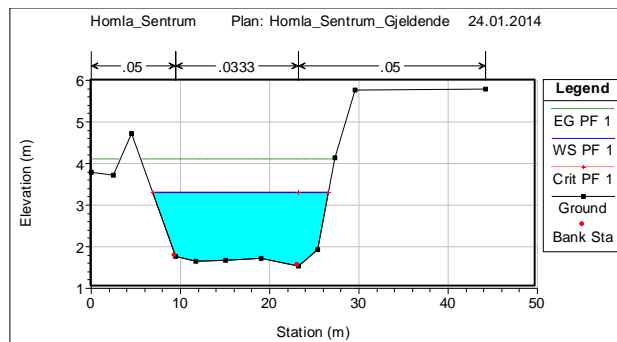
11:



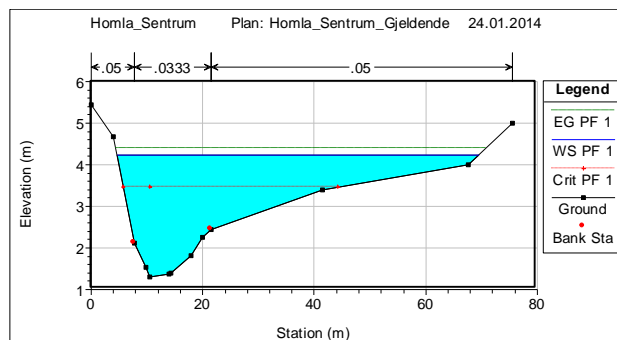
12:



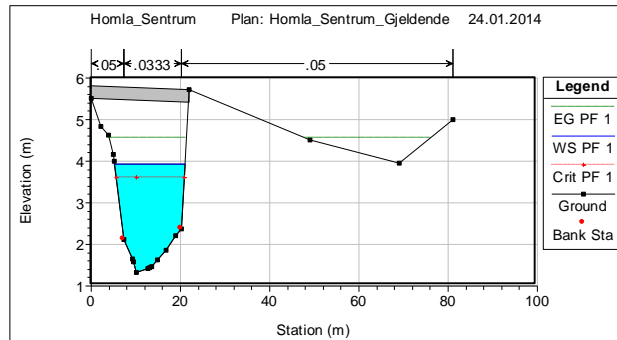
13:



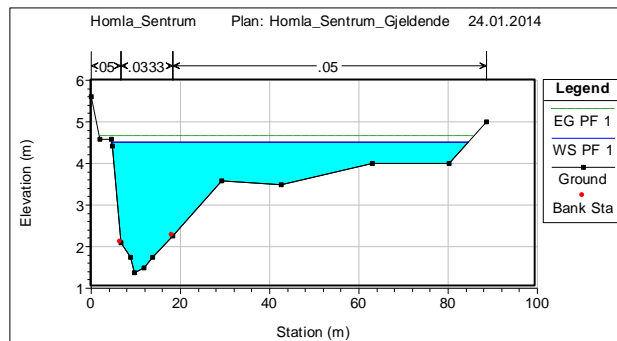
14:



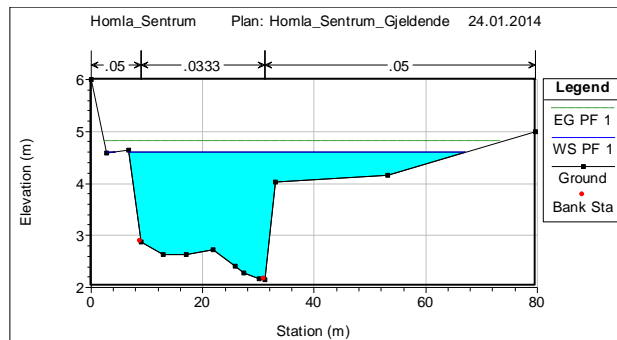
Gangbru:



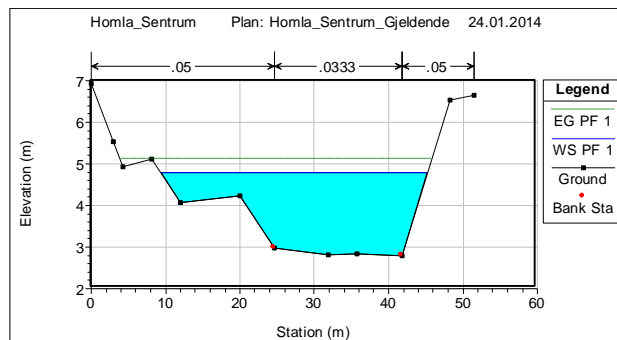
15:



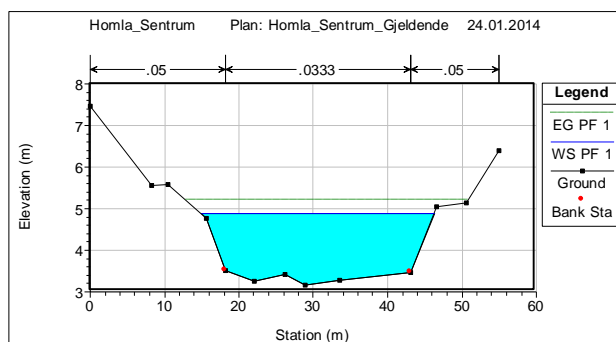
16:



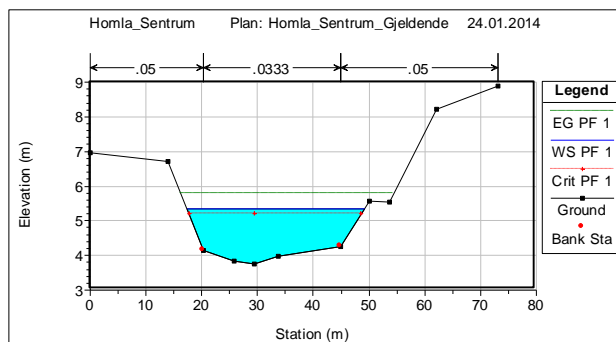
17:



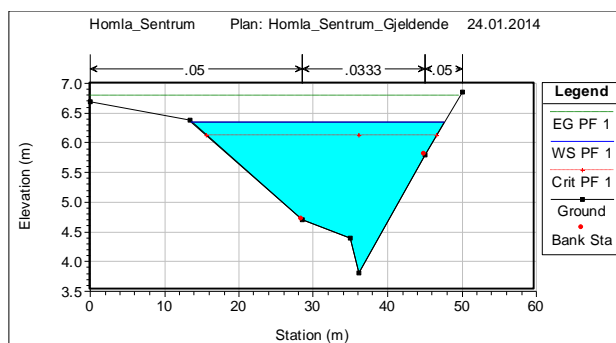
18:



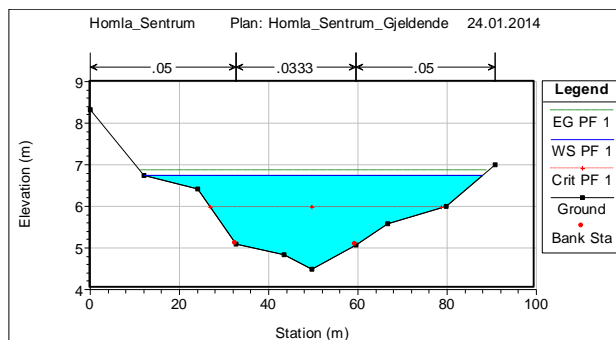
19:



20:

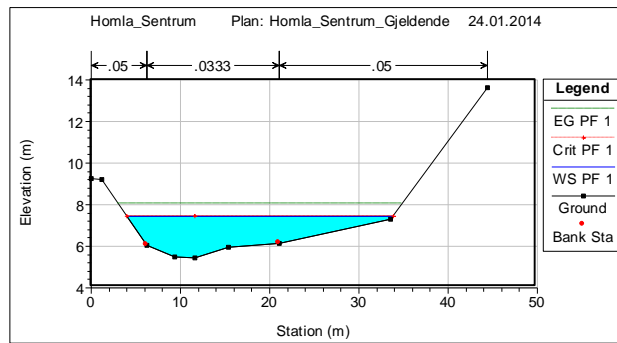


21:





22:



23:

