

Oppdragsnavn: Veg, bru og flomvoll Veg, bru og fomvoll på industriområde
Oppdragsnummer: 618849-01
Utarbeidet av: Haregewoin Haile Chernet
Dato: 13.09.2018
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Flomvurdering- Flomvoll Vinje Kommune

1.	Innledning	2
2.	Flomberegning	3
2.1.	Hydrologiske data	3
2.2.	Klimatillegg	3
3.	Vannlinjeberegning	4
3.1.	Geometri og elvmodell	4
3.2.	Kalibrering av modell	4
3.3.	Planlagt ny bru	4
3.4.	Grensebetingelser	7
3.5.	Resultater	7
3.6.	Flomsikkert nivå for veg/flomvoll	1
3.7.	Oppsummering	2
4.	Vedlegg	4

1. INNLEDNING

Rapporten beskriver flomvurdering for flomvollen i forbindelse med Sagvegen, prosjektering veg, bru og flomvoll in Vinje kommune. Planområdene faller innenfor sikkerhetsklasse F3 som betyr at 1000-årsflom er dimensjonerende for områdene. Denne rapporten bygget på tidligere flomberegninger utført av Multiconsult i 2017 og Statkraft i 2014.

Oversiktskart over planområdet er vist i *Figur 1-1*.



Figur 1-1: Oversiktskart over planområdet.

2. FLOMBEREGNING

2.1. Hydrologiske data

Statkraft har tidligere utført flomberegninger for Totak og Vinjevatn (Statkraft 2014). Resultatet fra disse er oppsummert som følger.

Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er vist i *Tabell 2-1*.

Tabell 2-1: Kulminasjonsvannføringer fra Totak (Statkraft 2014).

	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /s)
Vannføring dam Kolos	292	335	356	400
Vannføring dam Vågi	145	186	210	267
Total vannføring	436	521	566	667

Tabell 2-2: Flom i restfeltet, basert på flomfrekvensanalyse av VM 16.122 Grovåi (Multiconsult 2017).

	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /s)
Avrenning restfelt	35	50	54	66
Total vannføring ved Åmot	471	571	620	733

Observerte flommer i 1927 var en ekstrem flom i Telemark (enkelte steder opp mot en 1000-årsflom). Som vist i Tabell 2-3, flommen i Totak kulminere i 30 juni 1927 og flommen i Vinjevatn kulminere i 29 juni 1927 (Statkraft 2014). Dette skulle tilsi at flommer i Vinjevatn kulminerer tidligere og har passert nedstrøms samløpet på et tidligere tidspunkt enn fra Totak. Det er derfor usannsynlig at flommer fra de to feltene kulminerer samtidig, eller i stor grad overlapper hverandre. Derfor tar vi middelflommen fra Vinjevatn når flommen i Totak kulminerer. Middelflom fra Vinjevatn, Q_M = 213 m³/s.

Tabell 2-3: Observerte store flommer (Statkraft 2014).

Målestasjon	Periode	Observasjon år	Observasjon dato	Maks.obs. (l/s/km ²)
16.34 Totak tilsig	1895 - 1957	1927	30-jun	506
16.37 Vinjevatn	1919 - 1957	1927	29-jun	620

2.2. Klimatillegg

I henhold til NVE rapport 81/2016 Klimaendring og framtidige flommer i Norge, forventes det for innlandsfelt på Østlandet for store nedbørfelt som er dominert av vår-/forsommer- smelteflommer, anbefalt ingen økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Flomberegningene innebærer derfor ikke et klimapåslag.

3. VANNLINJEBEREGNING

3.1. Geometri og elvemodell

Elveløpet og vegen/flomvollen er modellert med programvaren Hec-Ras. Det er generert en terrengmodell basert på kartdata og tegninger for den planlagte vegen og flomvollen. Elvebunn og terrenget i den hydrauliske modellen er representert i form av tverrprofiler som er tatt ut fra terrengmodellen. Tverrprofilene benyttet i modellen er vist på *Figur 3-2*.

Manningstall, n , (hydraulisk ruhet) er bestemt på grunnlag av litteratur (Chow, 1988). Ruheten ($n = 1/M$) i hovedelva er satt til $n = 0,03$ (Mannings tall, $M = 33$) og utenfor elveløpet er $n = 0,035$ ($M = 28$). Som oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse er normalstrømning benyttet.

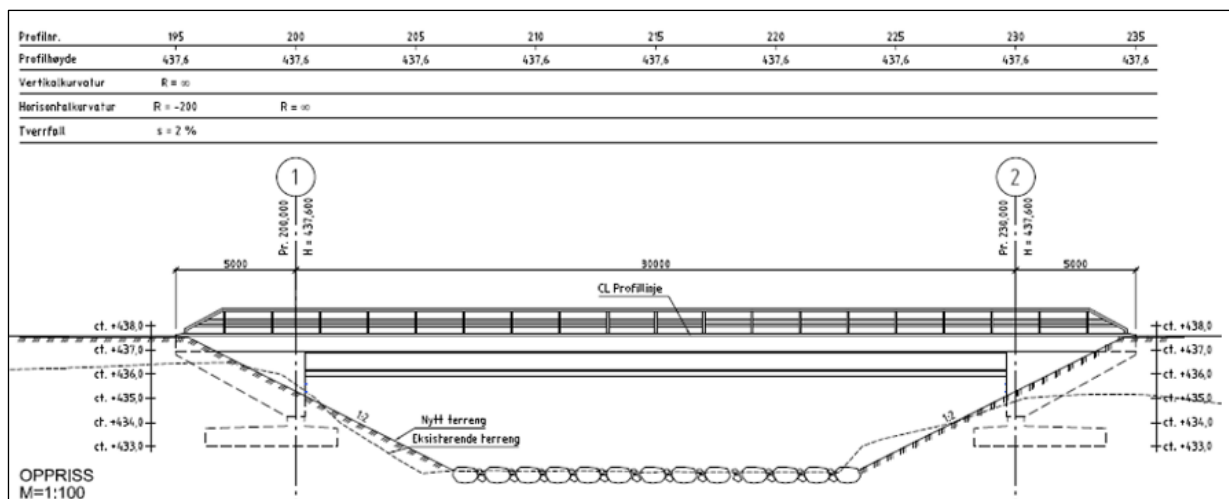
3.2. Kalibrering av modell

Det foreligger ikke kalibreringsdata, det vil si samtidig innmåling av vannføring og vannstand, for elvestrekningen. Det er derfor ikke mulig å kalibrere modellen mot observerte data.

For å vurdere usikkerheten i beregningsresultatene er det gjort en sensitivitetsanalyse av beregningene der ruheten (Mannings tall) er økt med 25% for samme vannføring. Resultatet er vist i *Tabell 3-1*. Analysen viste at en 25 % økning av ruhet i elveløpet ga en økning i vannlinje opptil 49 cm ved 1000-årsflom. På bakgrunn av en vurdering av sensitivitetsanalysen, anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på minimum 50 cm over beregnet 1000-års vannlinje. Beregnet vannlinje pluss 0,5 meter angir derfor flomsikkert nivå.

3.3. Planlagt ny bru

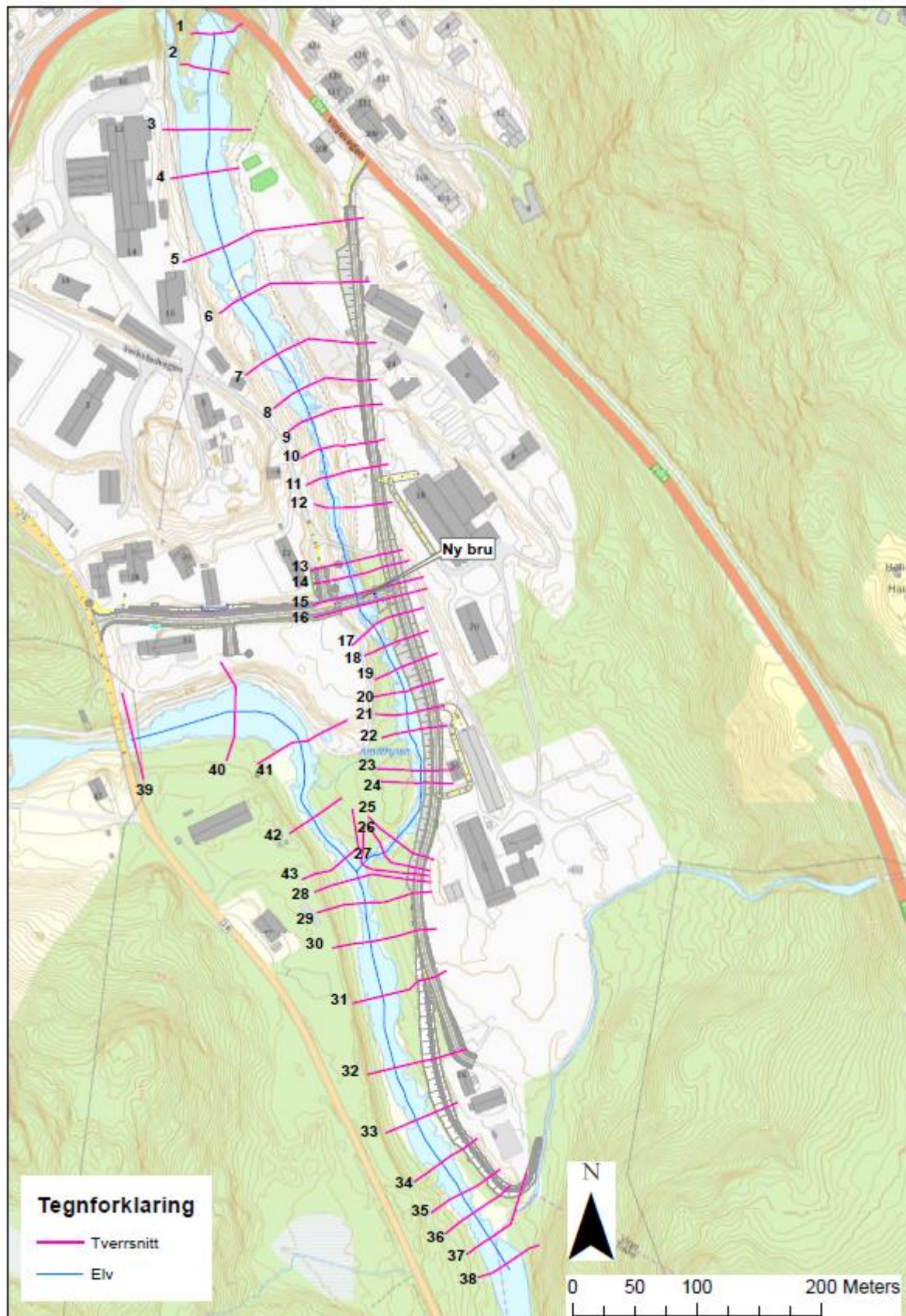
Data for den planlagte nye brua er vist i *Figur 3-1*.



Figur 3-1: Bruskisse- planlagt ny bru.

Tabell 3-1: Beregnet vannstand for Q1000 med 25% økning i Mannings tall (n).

Profil nr.	Vannstand [moh]		Differanse [m]
1	447,32	447,34	0,02
2	446,14	446,12	-0,02
3	446,68	446,7	0,02
4	445,47	445,46	-0,01
5	444,96	445,04	0,08
6	443,8	443,79	-0,01
7	442,20	442,36	0,16
8	441,17	441,29	0,12
9	439,93	440,09	0,16
10	439,36	439,51	0,15
11	438,65	438,81	0,16
12	438,16	438,29	0,13
13	437,31	437,44	0,13
14	436,49	436,69	0,20
15	435,70	435,86	0,16
Ny Bru			
16	435,84	435,89	0,05
17	435,77	435,75	-0,02
18	435,18	435,31	0,13
19	434,19	434,31	0,12
20	433,73	433,86	0,13
21	433,1	433,22	0,12
22	432,81	433	0,19
23	432,84	433,15	0,31
24	432,82	433,15	0,32
25	430,73	430,86	0,13
26	429,96	430,08	0,12
27	428,89	428,97	0,08
28	427,65	427,74	0,09
29	427,73	427,93	0,20
30	427,89	428,28	0,39
31	427,68	428,17	0,49
32	428,23	428,59	0,36
33	427,89	427,93	0,04
34	427,28	427,44	0,16
35	426,6	426,7	0,10
36	426,6	426,83	0,23
37	425,64	425,73	0,09
38	425,44	425,82	0,38
39	430,13	430,13	0,00
40	429,7	429,77	0,07
41	429,2	429,24	0,04
42	428,31	428,46	0,15
43	427,25	427,3	0,05



Figur 3-2: plassering av tverrprofiler benyttet i Hec-Ras modellen.

3.4. Grensebetingelser

Vannføringen fra flomberegning er brukt som inngangsdata i den hydrauliske modellen (stasjonær strømning). Her er det antatt at det oppstår normalstrømning ved oppstrøms og nedstrøms ende av modellen. Ved normalstrømning følger vannspeilet helningen til elvebunnen.

3.5. Resultater

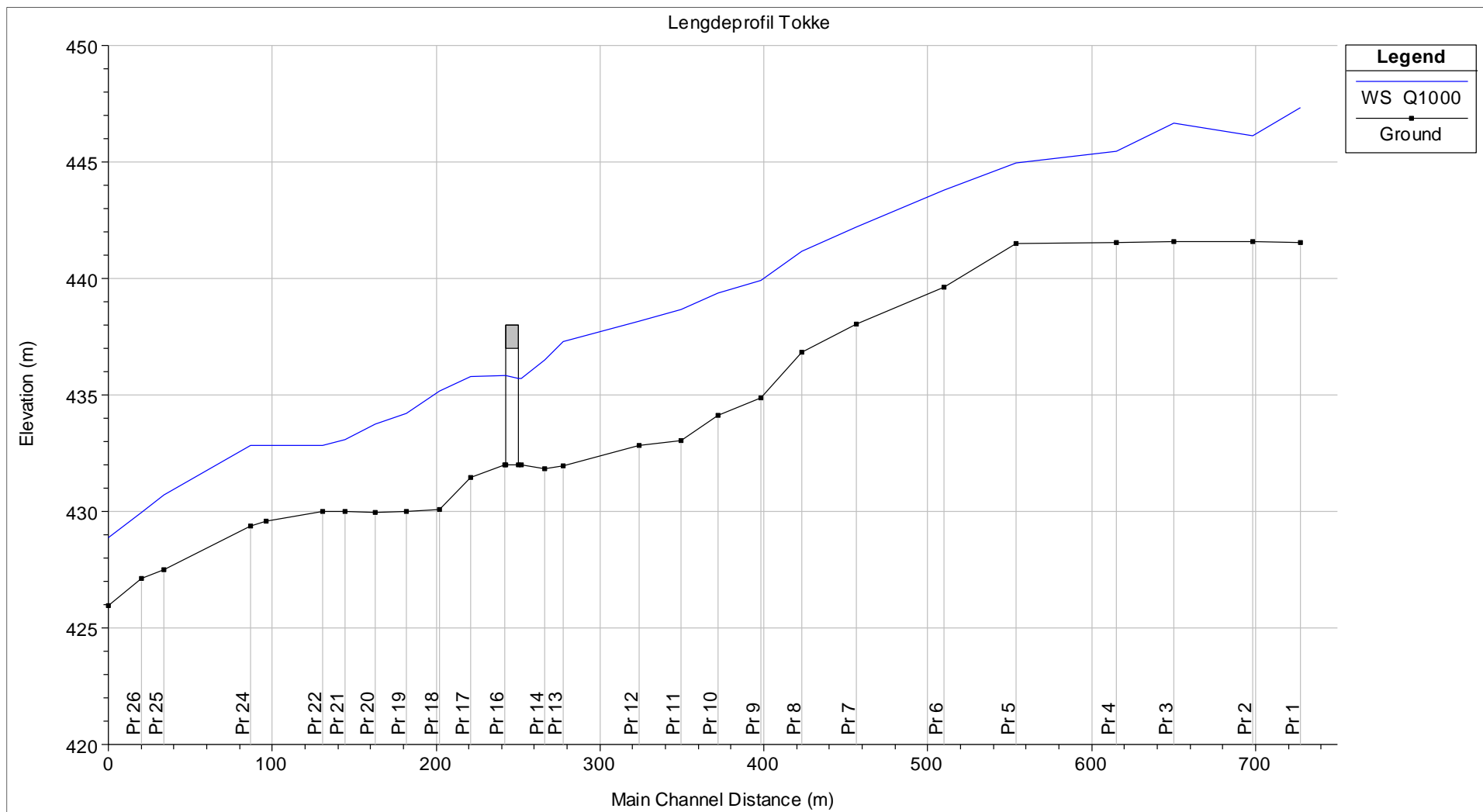
Modellen er kjørt for en 1000-årsflom beregnet til 733 m³/s for Tokke oppstrøm samløpet av Vinjeåi og 946 m³/s nedstrøms samløpet av Vinjeåi. For Vinjeåi middelflom 213 m³/s er brukt.

Resultatene for hydrauliske beregningen er vist i Tabell 3-2. Figur 3-3, Figur 3-4 og Figur 3-5 viser beregnet vannlinje som lengdeprofil.

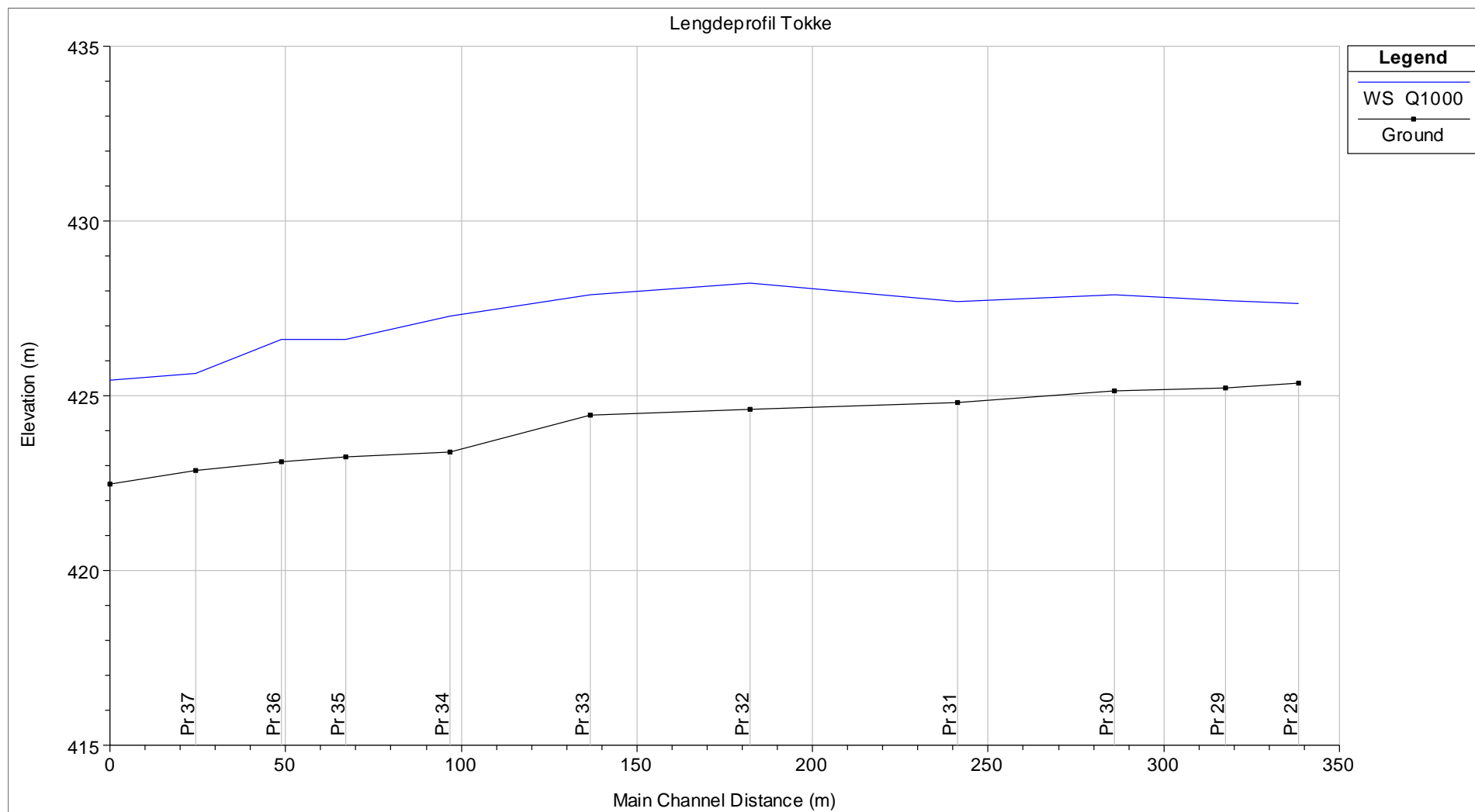
Tabell 3-2: Beregnede vannstander, vannhastigheter og Froude tall ved tverrprofilene (Profil 1 til Profil 43). Høydereferanse NN2000.

Elv	Profil nr.	Veg Profil Nr.	Innvendig elvebunn [moh]	Vannstand [moh]	Vannstand [m]	Hastighet [m/s]	Froude tall
Tokke US	1		441,55	447,32	5,8	4,9	0,66
Tokke US	2		441,57	446,14	4,6	6,8	1,03
Tokke US	3		441,57	446,68	5,1	3,7	0,53
Tokke US	4		441,53	445,47	3,9	5,9	0,96
Tokke US	5	50	441,49	444,96	3,5	6,5	1,13
Tokke US	6	100	439,61	443,80	4,2	5,4	0,88
Tokke US	7	150	438,03	442,20	4,2	7,1	1,17
Tokke US	8	180	436,85	441,17	4,3	8,2	1,34
Tokke US	9	200	434,86	439,93	5,1	9,3	1,41
Tokke US	10	230	434,14	439,36	5,2	9,7	1,44
Tokke US	11	250	433,03	438,65	5,6	9,7	1,45
Tokke US	12	280	432,82	438,16	5,3	10,4	1,46
Tokke US	13	320	431,94	437,31	5,4	10,2	1,58
Tokke US	14	330	431,84	436,49	4,7	10,4	1,64
Tokke US	15	345	432,00	435,70	3,7	10,7	1,99
Tokke US	Ny Bru	350					
Tokke US	16	355	432,00	435,84	3,8	10,2	1,85
Tokke US	17	370	431,46	435,77	4,3	10,6	1,69
Tokke US	18	390	430,08	435,18	5,1	11,6	1,68
Tokke US	19	410	430,00	434,19	4,2	12,1	1,89
Tokke US	20	430	429,96	433,73	3,8	11,9	1,97
Tokke US	21	450	429,98	433,10	3,1	12,1	2,19
Tokke US	22	465	430,02	432,81	2,8	11,6	2,22
Tokke US	23	500	429,58	432,84	3,3	11,5	2,04
Tokke US	24	510	429,39	432,82	3,4	11,1	1,93
Tokke US	25	570	427,50	430,73	3,2	13,3	2,37
Tokke US	26	580	427,12	429,96	2,8	12,8	2,43
Tokke US	27	585	425,95	428,89	2,9	13,3	2,52
Tokke DS	28	590	425,36	427,65	2,3	11,4	2,63
Tokke DS	29	600	425,21	427,73	2,5	9,9	2,13
Tokke DS	30	630	425,14	427,89	2,8	8,6	1,73
Tokke DS	31	670	424,80	427,68	2,9	7,8	1,52

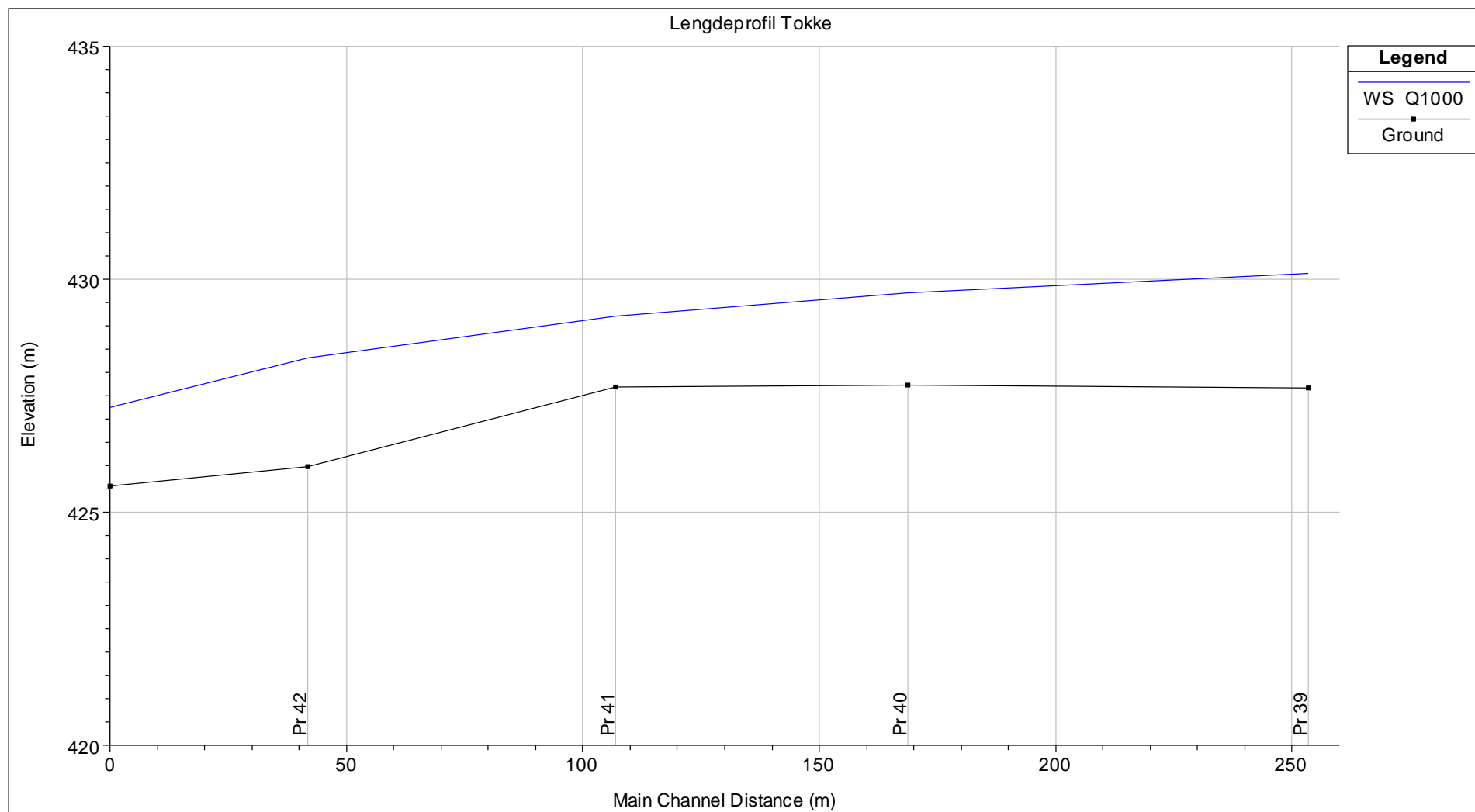
Tokke DS	32	730	424,61	428,23	3,6	6,1	1,03
Tokke DS	33		424,45	427,89	3,4	5,9	1,03
Tokke DS	34		423,4	427,28	3,9	6,5	1,12
Tokke DS	35		423,25	426,60	3,4	7,6	1,35
Tokke DS	36		423,1	426,60	3,5	7,1	1,24
Tokke DS	37		422,85	425,64	2,8	8,0	1,58
Tokke DS	38		422,48	425,44	3,0	7,1	1,42
Vinjeåi	39		427,67	430,13	2,5	4,2	0,92
Vinjeåi	40		427,72	429,70	2,0	2,5	0,59
Vinjeåi	41		427,68	429,20	1,5	3,6	0,97
Vinjeåi	42		425,97	428,31	2,3	4,4	1,01
Vinjeåi	43		425,56	427,25	1,7	5,5	1,48



Figur 3-3: Lengdeprofil av elva med beregnet vannlinje (WS) for Q1000, Tokke oppstrøms samløpet av Vinjeåi.



Figur 3-4: Lengdeprofil av elva med beregnet vannlinje (WS) for Q1000, Tokke nedstrøms samløpet av Vinjeåi.



Figur 3-5: Lengdeprofil av elva med beregnet vannlinje (WS) for Q1000, Vinjeði.

3.6. Flomsikkert nivå for veg/flomvoll

Tabell 3-3 angir flomsikkert nivå for 1000-årsflom. Det er kontrollert at veikanten i hvert profil ligger høyere enn beregnet flomsikkert nivå.

Tabell 3-3: Flomsikkert nivå for 1000-årsflom ved tverrprofilene i Figur 3-2 (høyde referanse NN2000).

Elv	Profil nr.	Veg Profil Nr.	Vannstand [moh]	Veikant [moh]	Flomsikkert nivå [moh]
Tokke US	5	50	444,96	452,17	445,46
Tokke US	6	100	443,80	447,16	444,30
Tokke US	7	150	442,20	443,14	442,70
Tokke US	8	180	441,17	444,00	441,67
Tokke US	9	200	439,93	440,77	440,43
Tokke US	10	230	439,36	440,05	439,86
Tokke US	11	250	438,65	439,58	439,15
Tokke US	12	280	438,16	438,89	438,66
Tokke US	13	320	437,31	438,00	437,81
Tokke US	14	330	436,49	437,74	436,99
Tokke US	15	345	435,70	438,00	436,20
Tokke US	Ny Bru	350		438,00	
Tokke US	16	355	435,84	438,00	436,34
Tokke US	17	370	435,77	436,80	436,27
Tokke US	18	390	435,18	436,34	435,68
Tokke US	19	410	434,19	435,86	434,69
Tokke US	20	430	433,73	435,35	434,23
Tokke US	21	450	433,10	434,84	433,60
Tokke US	22	465	432,81	434,45	433,31
Tokke US	23	500	432,84	433,55	433,34
Tokke US	24	510	432,82	433,30	433,32
Tokke US	25	570	430,73	431,85	431,23
Tokke US	26	580	429,96	431,66	430,46
Tokke US	27	585	428,89	431,56	429,39
Tokke DS	28	590	427,65	431,47	428,15
Tokke DS	29	600	427,73	431,28	428,23
Tokke DS	30	630	427,89	430,70	428,39
Tokke DS	31	670	427,68	429,94	428,18
Tokke DS	32	730	428,23	429,30	428,73
Tokke DS	33		427,89	428,81	428,39
Tokke DS	34		427,28	428,35	427,78
Tokke DS	35		426,60	427,94	427,10
Tokke DS	36		426,60	427,73	427,10
Tokke DS	37		425,64	427,59	426,14
Tokke DS	38		425,44		425,94
Vinjeåi	39		430,13		430,63
Vinjeåi	40		429,70		430,20
Vinjeåi	41		429,20		429,70
Vinjeåi	42		428,31		428,81
Vinjeåi	43		427,25		427,75

3.7. Oppsummering

Det er gjort vannlinjeberegning for elveløpet og vegen/flomvollen. Flomsikre nivåer for en 1000-årsflom i henhold til sikkerhetsklasse F2 i TEK17 er gitt i Tabell 3-3 med henvisning til profiler i Figur 3-2. Beregningene viser at veg kanten ligger høyere enn flomsikkert nivå

Kilder

- **Chow, V.T., 1988:** Open-Channel Hydraulics, Caldwell, New Jersey: The Blackburn Press.
- **Statkraft Energi AS, 2014:** Flomberegning for Totak.
- **Statkraft Energi AS, 2014:** Flomberegning Vinjevatn.
- **HEC-USACE, 2016:** HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U,S, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.
- **NVE rapport 81-2016:** Klimaendring og framtidige flommer i Norge. Rapport 81/2016. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- **Multiconsult, 2017:** Vannlinjeberegninger for Tokkevassdraget.

4. VEDLEGG

Vedlegg 1: Oversvømt ved Q1000

Vedlegg 2: Tverrprofiler av elva og vegen med beregnede vannlinjer

Vedlegg 1: Oversvømt ved Q1000

