

Statens vegvesen

Vannlinjeberegning Førde

Oppgradering av Fv 481 og nye gang- og sykkelveier

Oppdragsnr.: 5165652 Dokumentnr.: 01 Versjon: B02
2018-09-19

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Magna Vangsnes
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Carolina Frias Uribe
Fagansvarlig: Carolina Frias Uribe
Andre nøkkelpersoner: James Lancaster



B02	2018-09-19	For kommentarer hos oppdragsgiver	C. F. Uribe	J. Lancaster	C. F. Uribe
B01	2018-05-04	For kommentarer hos oppdragsgiver	C. F. Uribe		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

I forbindelse med oppgradering av Fv 481 i Førde er Norconsult engasjert til å vurdere flomsituasjonen. Som en del av reguleringsplanen for fylkesvegen er det ønskelig å vurdere konsekvensene som følge av oppgradering av veien. Vurderingen tar også hensyn til andre planlagte tiltak i området.

Tiltakene som er vurdert er:

- Oppgradering av Fv 481
- To gang- og sykkelveier

De hydrauliske beregningene er utført med en kombinert en- og to dimensjonal modell i MIKE FLOOD. Modellen er basert på MIKE FLOOD-modellen utarbeidet av NVE i forbindelse med flomsonekartlegging i Førde i 2014, med endringer i deler av 1D og 2D-modellen.

Resultater fra modelleringen er vist i form av kart med vanndybder og vannhastigheter i det flomutsatte området. Det er også beregnet vannstandsforskjeller i det flomutsatte området som følge av tiltakene. Vannstander og hastigheter i elveløpene for profilene presenteres tabellarisk.

På enkelte steder langs Anga vil den oppgraderte veien fungere som en flomvoll og mer vann vil strømme innenfor elvekantene. Vannstandstigningen i elveløpet vil øke med opptil 4 cm. I Jølstra vil gang og sykkelveien i sør fungere som en flomvoll/barriere og man vil få en økning av vannstander i elveløpet. Vannstandstigningen i elva er beregnet til maksimal 3 cm.

Vannstandsøkningen i flomsletta vil medføre at noen boliger vil få opptil 6 cm økt vannstandstigning. Disse er boliger ved Hafstadvegen og ved Slåttreina.

Endringene i hastigheter er vurdert til å være begrenset og ikke av stor betydning.

Det er noe usikkerheter i resultatene presentert i denne rapporten, som følge av at bruene over Anga ved Prestfossen er ikke inkludert i den hydrauliske modellen brukt i simuleringene av flomsituasjonen. Overslagsvurdering av kapasiteten ved disse bruene antyder at gangbrua kan stuve opp vannstand i elva. Det er derfor anbefalt å måle opp tverrprofiler på dette stedet og forbedre beregningene.

Innhold

1	Innledning	5
2	Planlagte veiltak	7
3	Hydraulisk modell	8
3.1	Fv 481 og gang- og sykkelveier	10
3.2	Justering av tre profiler oppstrøms bru Prestfossen	11
3.3	Bruer i MIKE-11	11
3.4	Manningstall	11
3.5	Flommer	12
3.6	Grensebetingelser	13
4	Resultater	14
4.1	Endringer i flomsituasjon som følge av tiltakene	14
4.2	Oversvømt området og vanddybder	18
4.3	Hastigheter	21
4.4	Vannstand i Jølstra ved ny bru nær fjorden	24
5	Referanser	26
	Vedlegg	27
1	Veifylling på enkelte steder langs Anga	28
2	Resultater fra 1D-simuleringer	31
3	Kapasitet ved bruene ved Prestfossen	32
3.1	Hydraulisk modell	34
4	Usikkerheter i beregninger	37
5	Tegninger av veiltak	38

1 Innledning

I forbindelse med oppgradering av Fv 481 i Førde er Norconsult engasjert til å vurdere flomsituasjonen. Som en del av reguleringsplanen for fylkesvegen er det ønskelig å vurdere konsekvensene som følge av oppgradering av veien. Vurderingen tar også hensyn til de planlagte gang- og sykkelveiene. Det er ikke enda avklart hvilket tiltak skal bygges ved sykehusområdet og det antas at ny bru over Jølstra skal utformes slik at den ikke fører til oppstuvning i elva. Norconsult har tidligere vurdert konsekvensene av alternative tiltak ved sykehuset i rapport «Vannlinjeberegning i Førde – Samlet vurdering av tiltak» [1].

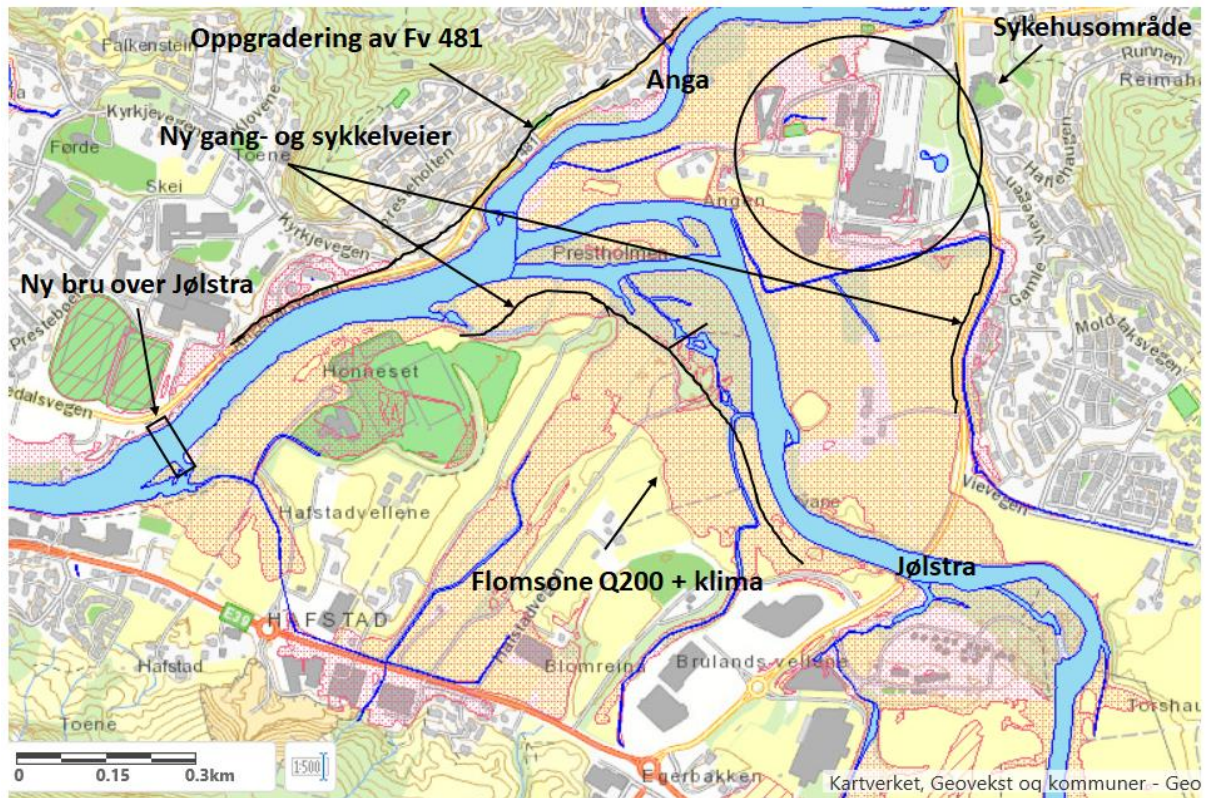
I tillegg ønsker Statens vegvesen at vi vurderer vannstand ved den nye brua mellom Steinavegen og Øyrane (beskrevet i kapittel 4.4).

Figur 1 viser en oversikt av prosjektområdet og Figur 2 viser en oversikt over planlagte tiltak i Førde sentrum.

NVE har utført flomsonekartlegging i Førde i 2014. Resultater av modelleringen er vist i rapport «Flomsonekart – delprosjekt Førde» [2]. Modellen brukt i flomsonekartlegging har blitt gjort tilgjengelig for bruk i dette oppdraget.



Figur 1 Oversikt over prosjektområdet

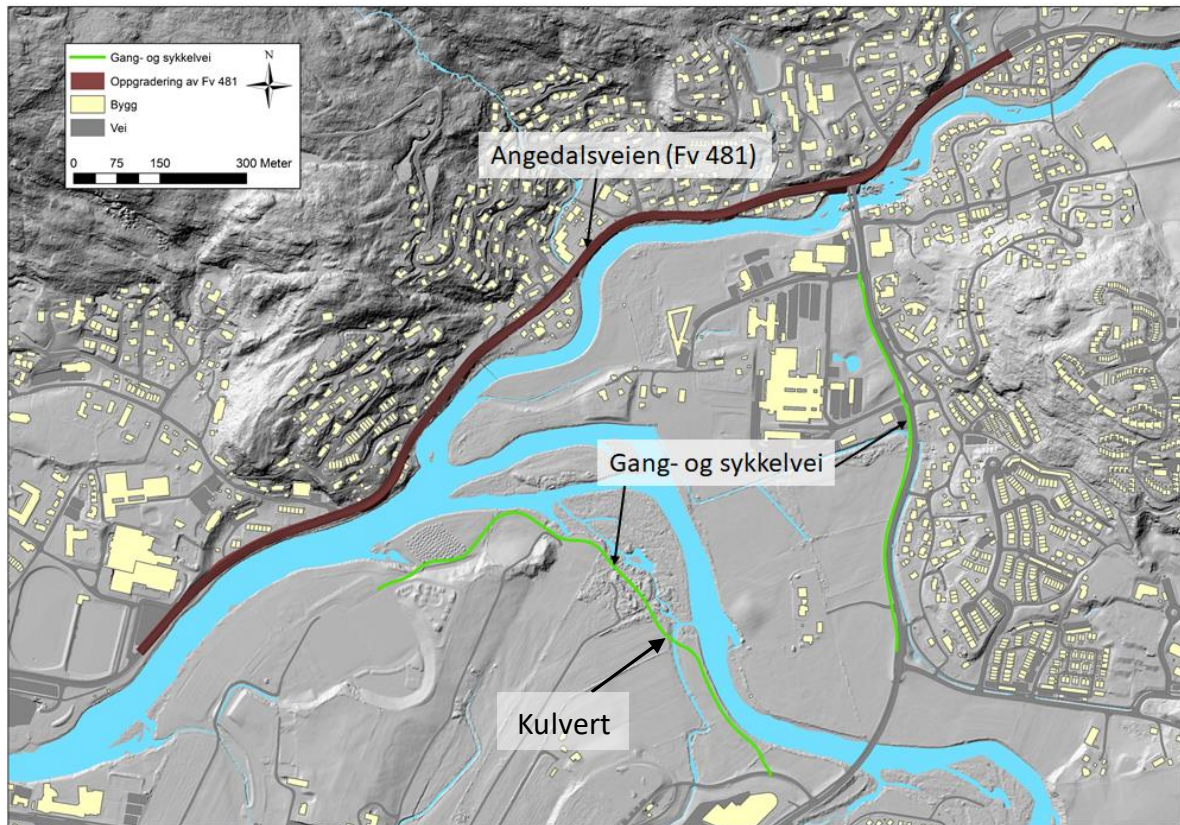


Figur 2 Oversikt over planlagte tiltak i Førde sentrum (kart fra NVE Atlas)

2 Planlagte veitiltak

Statens vegvesen har prosjektert oppgradering av Angedalsveien nord for Anga (Fv 481), en gang- og sykkelvei langs Vievegen (Fv 484) og en gang- og sykkelvei langs Jølstra sør for Prestholmen (se Figur 3). Disse veiene ligger til dels på fylling og kan påvirke flomforholdene i området.

Tegninger av de planlagte tiltakene er presentert i vedlegg 5. Det er lagt til en kulvert i gang- og sykkelveien sør for Jølstra.

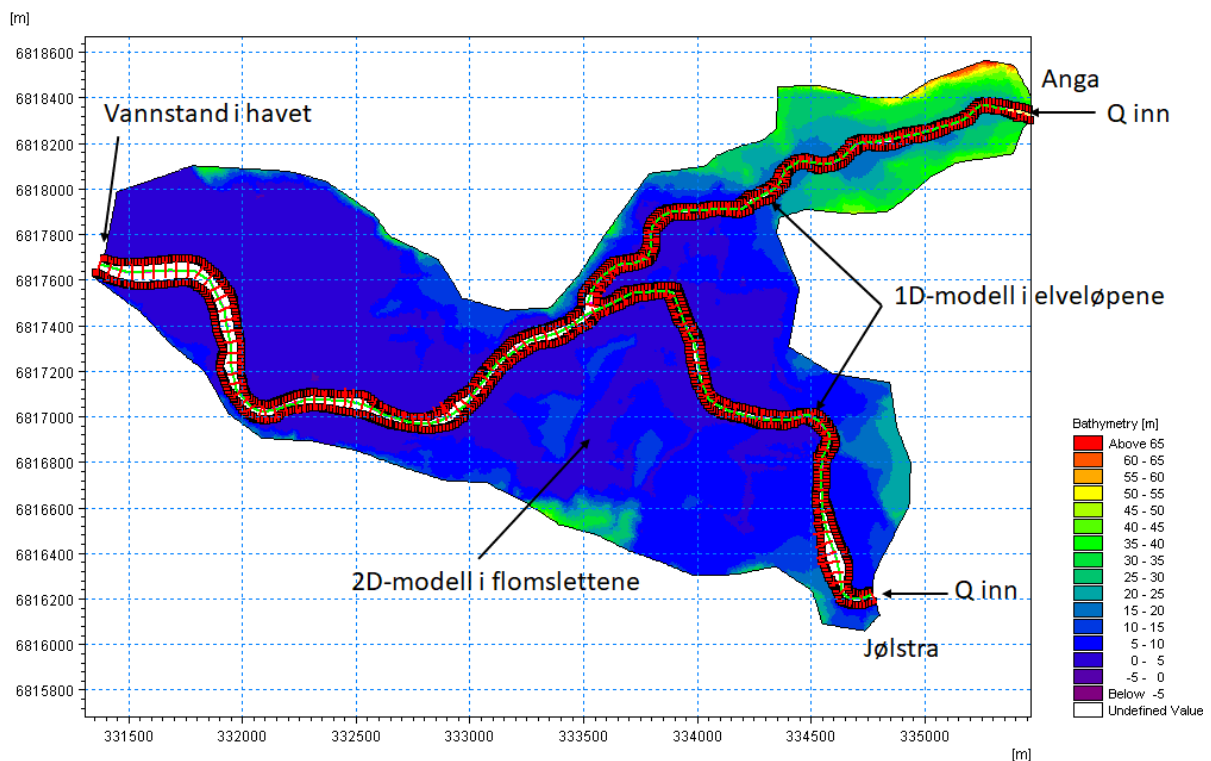


Figur 3 Prosjekterte vei, gang- og sykkelveier i Førde sentrum

3 Hydraulisk modell

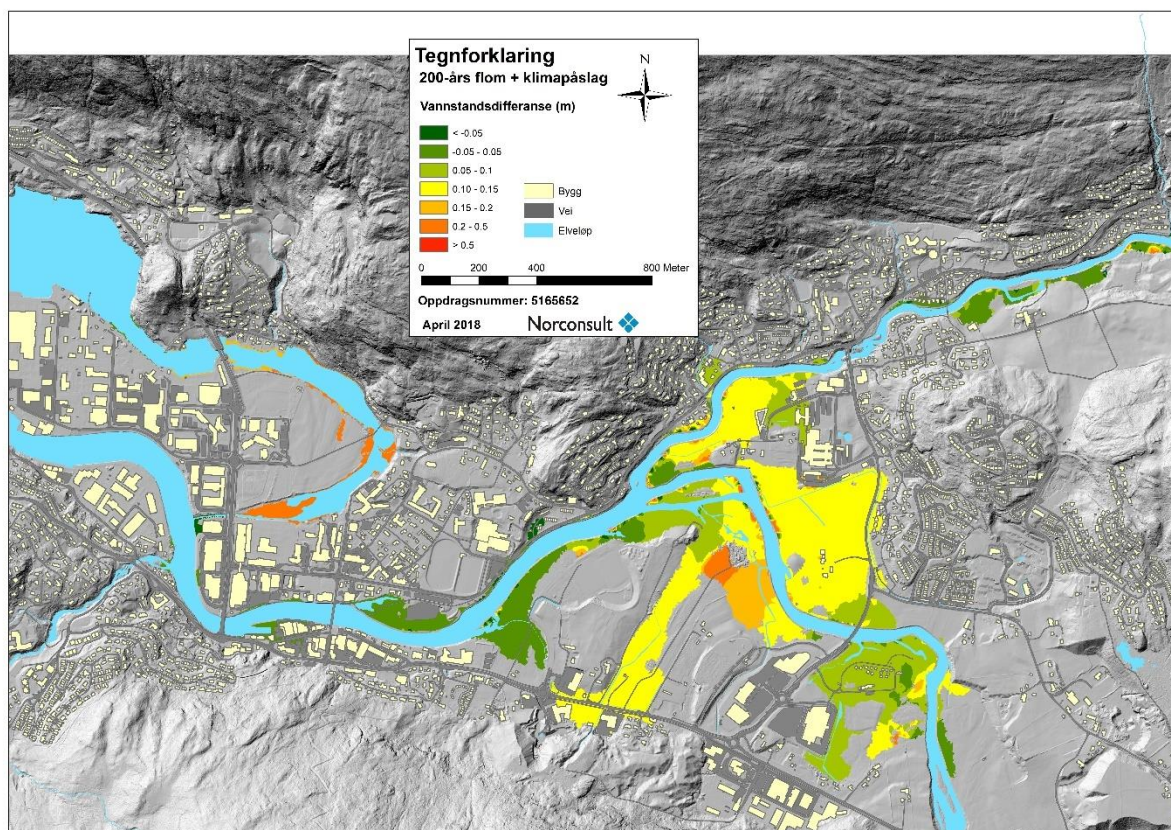
De hydrauliske beregningene er utført med en kombinert en- og to dimensjonal modell i MIKE FLOOD. De vel definerte elveløpene (Jølstra og Anga) er modellert i MIKE-11 (1D) og flomslettene er modellert med MIKE-21 (2D), se Figur 4. Sidebekkene er ikke simulert i modellen. Modellen er basert på MIKE FLOOD-modellen utarbeidet av NVE i forbindelse med flomsonekartlegging i Førde i 2014, men den 2D-modellen er endret basert på nye terrenghøyder og en re-generering av terrengmodellen (mesh).

Den nye terrengmodellen (mesh) er generert ut fra en raster 1 x 1 m utarbeidet fra laserdata (konvertert til NN1954 høydesystem). Den hydrauliske modellen i MIKE-21 inkluderer ikke byggene som en del av terreng. Høydedata i meshet er utført med «set value» opsjon, dvs. høydene i trekantpunktene er hentet direkte fra terrengmodellen (1x1 m). Det er totalt 34 500 noder i modellen. Tidskritt for simulering er 0,5 sekunder. Det er kjørt et flomforløp som varer i 24 timer.



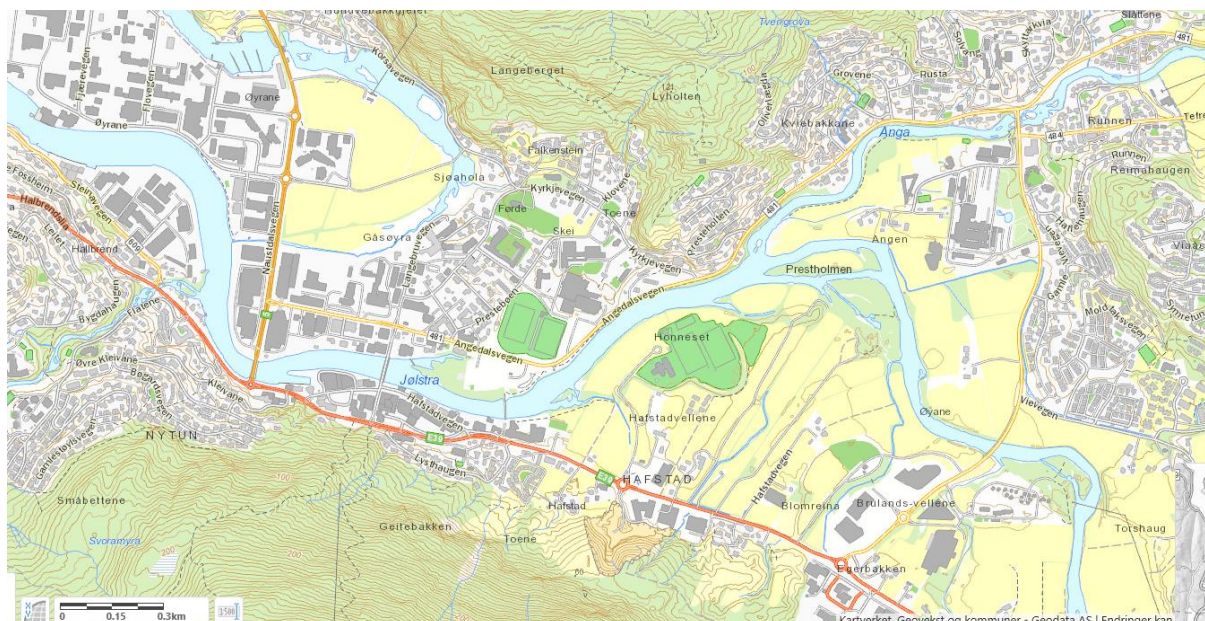
Figur 4 Hydraulisk modell (kombinert 1-D og 2-D)

Sammenligning av resultater fra NVEs flomsonekartlegging med resultater fra den oppdaterte modellen i dagens situasjon (uten tiltakene) viser at den oppdaterte modellen gir på flere steder høyere vannstand enn NVEs resultater (se Figur 5).



Figur 5 Vannstandsforskjell mellom den oppdaterte MIKE FLOOD modell og NVEs flomsonekartlegging (200-årsflom pluss klimapåslag)

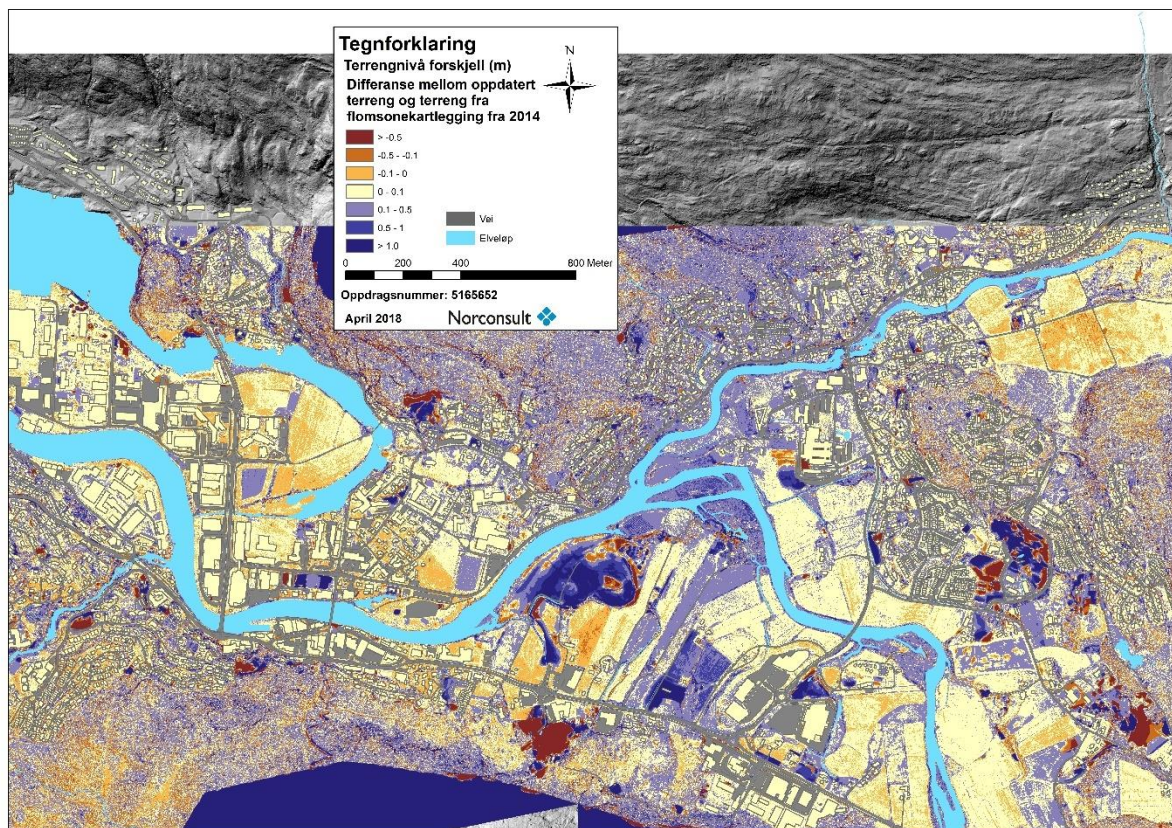
Vannstandsforskjellen er mellom 5 og 10 cm (lysgrønn farge) øst for Brulands-vellene, mellom 10 og 15 cm (gul farge) ved Øyane, Angen og bekken fra Hafstadvegen til Prestholmen. Et lite område sørøst for Prestholmen viser en vannstandsøkning på ca. 25 cm. Vannstandsforskjellen i Gåsøyra, Sjøahola og ned til sjøen er på mellom 20 og 30 cm. Den relativ store vannstandsforskjellen i Sjøahola har ikke betydning for vannstands oppstrøms Jølstra da ved ca. Hafstad/Honneset gir begge modeller omtrent like vannstander (grønn farge). Stedsnavnene er vist i Figur 6.



Figur 6 Oversikt over Førde (kilde: NVE Atlas)

Vannstandsforskjellene kan forklares av at terrenngmodellen utarbeidet fra laserdata inkluderer flere detaljer på overflaten enn NVEs terrenngmodell. Figur 7 viser høydeforskjeller mellom den oppdaterte terrenngmodellen (fra laserdata) og terrenngmodellen brukt i flomsonekartlegging fra 2014. Terrenng ved Honneset og Prestholmen er betydelig høyere enn terrenng brukt i NVEs modellering. Deler av flomsletta sør for Jølstra ved Honneset er flomutsatt i NVEs flomsonekart, men ikke på resultater fra den oppdaterte modellen. Dette kan medføre en høyere vannstand oppstrøms Honneset.

Overløp fra Jølstra til Sjøahola og modellering av bunnivå og kulverter er bestemmende for vannstander i dette området. Vi har ikke detaljerte opplysninger om dette og har ikke sett nærmere på dette området, siden det vurderes at dette vil ha lite betydning på vannstander ved tiltaksområdet.



Figur 7 Differanse i terrenngnivå: Oppdatert terrenng sammenlignet med terrenng fra 2014.

3.1 Fv 481 og gang- og sykkelveier

Simulering av gang- og sykkelveier er utført med å legge inn terskler og kulverter som representerer veier/fyllingene. Denne metoden vil medføre en vis unøyaktighet når veien er veldig bratt. For å begrense unøyaktigheter er bratte veier delt i 25 m strekninger.

Oppgradering av Fv 481 er modellert direkte i 2D-modellen (nye høyder i terrenngmodellen) og 1D-modellen (endringer av tverrprofiler der veifylling kan nå elveløpet). Detaljer av endringene utført i 1D-modellen presenteres i vedlegg 1. Endringene er basert på en terrenngmodell fra Statens vegvesen som inkluderer nye høyder på veien og fylling langs elveløpet. Fyllingen er prosjektert med en skråningshelning på 1: 1,5 (V: H).

3.2 Justering av tre profiler oppstrøms bru Prestfossen

Ved modifisering av profilet oppstrøms bru Prestfossen ble det lagt merke til at to profiler i Mike-11 modell stemte ikke helt med data fra terrengmodellen. Disse profilene er 1255,85 og 1173,99. Profilene ble endret i Mike-11 modell for å simulere både dagens situasjon og situasjonen med ny Fv 481. Endringene som ble gjort er listet nedenfor:

- Profil 1342,3: «markers» er endret slik at hele profilet er tatt med i Mike-11 modellen.
- Profil 1255,85: endret til opprinnelig profil 1173,99 da dette passer bedre med laserdata (fjell i midten).
- Profil 1173,99: endret profil til et profil beregnet ut fra laserdata og elveløpet er senket 0,5 m.

Som en følge av disse endringene kan vannstanden oppstrøms Prestfoss bru avvike fra resultater oppgitt i NVEs flomsonekartlegging.

3.3 Bruer i MIKE-11

I MIKE-11 modellen er det lagt inn fire bruer i Jølstra elva:

- Viabrua: Profil 1216
- Hafstad g.b.: Profil 3140
- Langebru: Profil 3600
- Bru Storehagen: Profil 3990

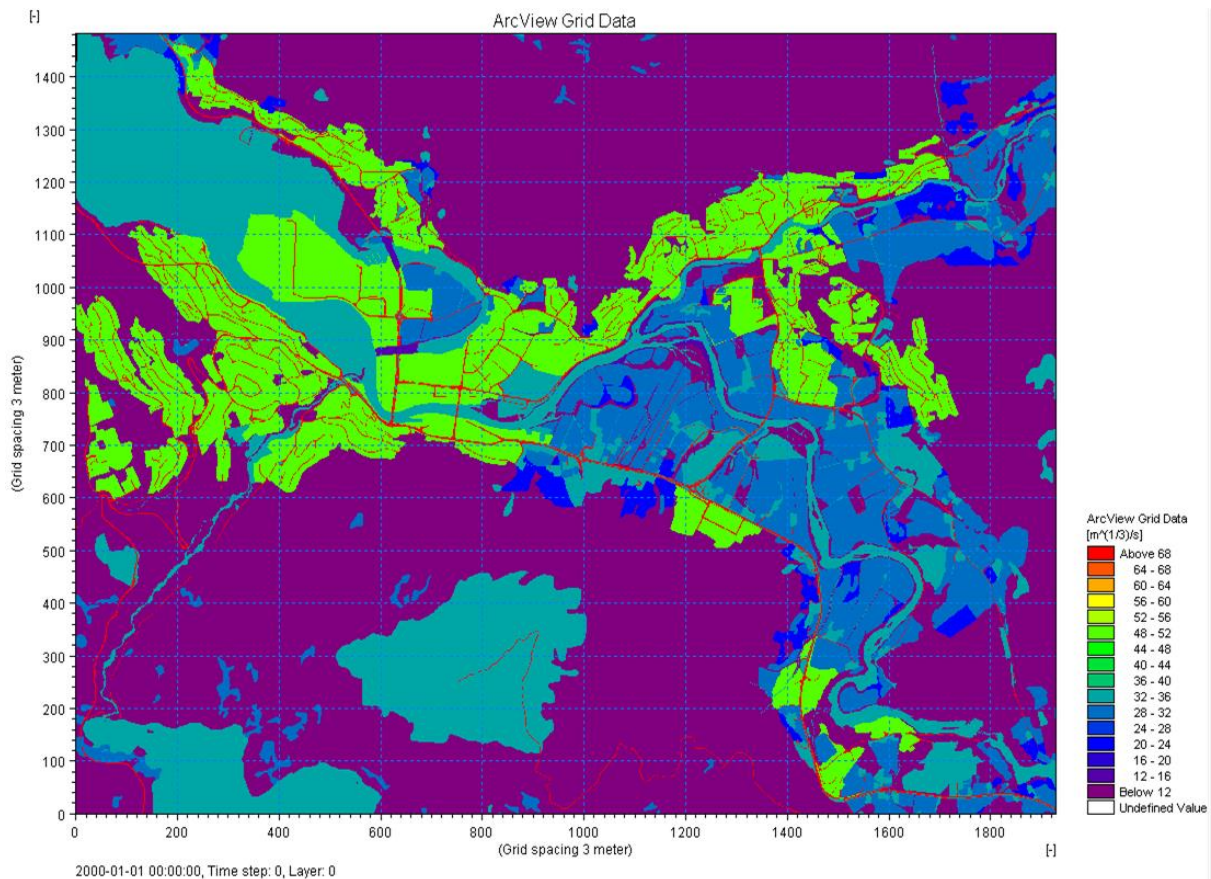
I Anga krysser Vievegen elva nordøst for sykehus/høgskolen. Veien krysser elva på en bru med relativ stor lysåpning, mens gang- og sykkelveien som ligger vest (nedstrøms) veien krysser elva på en gammel bru med to mindre åpningen (se bilder i Figur 22 og Figur 23 i vedlegg 3). Disse bruene er ikke inkludert i den hydrauliske modellen brukt i NVEs flomsonekartlegging. Vi har fått tegninger av vei- og gangbru ved Prestfossen, men vi har ikke oppmålinger av tverrprofiler på dette stedet.

For å vurdere hvorvidt bruene vil påvirke vannstanden i Anga har vi laget en separat hydraulisk modell i Hec-Ras. Modellen simulerer de hydrauliske forholdene ved bruene. Detaljer av vurderingen av kapasitet og mulig oppstuvning av vann er vist i vedlegg 3.

Resultater fra simuleringene antyder at veibrua vil ikke begrense kapasiteten, men den forholdsvis begrenset åpningen ved gangbrua vil forårsake oppstuvning av vann. Ved overtopping av brudekket vil vann sannsynligvis renne sørover langs Fv 484. **Resultatene presentert i denne rapporten inkluderer ikke påvirkningen (oppstuvning) av bruene ved Prestfossen.** Påvirkningen av bruene bør bekreftes med oppmåling av tverrprofiler i området ved bruene. Det kan også vurderes behov for ombygging av gangbrua slik at denne ikke er begrensende.

3.4 Manningstall

I elveløpene er det brukt et Manningstall på mellom 0,020 og 0,080 (angitt i NVEs modell, [2]). I den to-dimensjonal modellen er det brukt et distribuert Manningstall som vist i Figur 8 (angitt i NVEs modell, [2]).



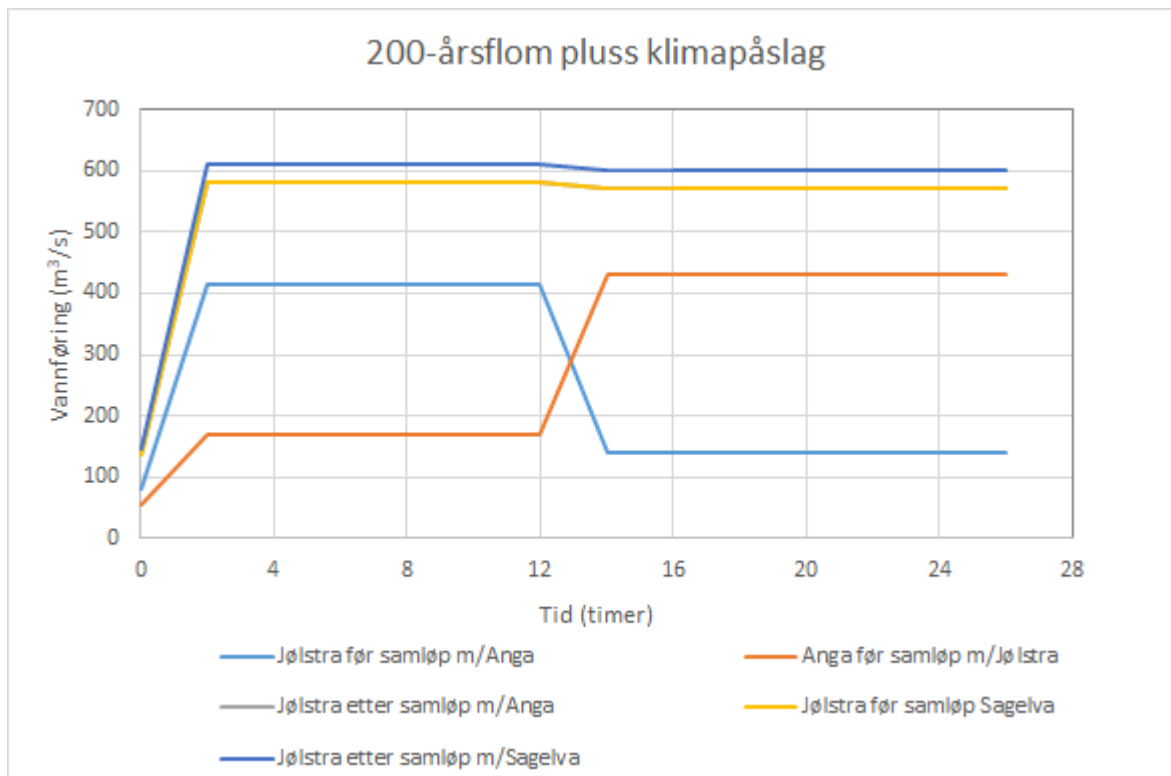
Figur 8 Manningstall (M)

3.5 Flommer

Det er brukt flomforløpene fra NVEs flomsonekartlegging: 200-årsflom pluss klimapåslag og 20-årsflom. Flomforløpene for Q20 og Q200 har en tilsvarende form. Figur 9 viser vannføringer ved forskjellige punkter langs elvene. Det er forutsatt at flomtoppen kommer først i Jølstra før samløp med Anga (time 2 til 12), mens det er en mindre flom i Anga. Ved time 12 begynner en økning i flomvannføring i Anga og reduseres i Jølstra. Mellom time 14 og 26 er det kulminasjon av flommen i Anga og en mindre flom i Jølstra. Flomvannføring i Jølstra etter samløp med Anga varierer ikke betydelig gjennom den modellerte flomhendelsen.

Benyttet klimapåslag er 40 % i Anga og 20 % i Jølstra, angitt i [2]. Det er ikke lagt til klimapåslag til 20-årsflom. Det bemerkes at 200-årsflom pluss klimapåslag ligner 1000-årsflom.

Norconsult har i 2017 utført en oppdatering av flomfrekvensanalyser med hensyn til siste flomepisoder [3]. Det konkluderes at flomverdiene brukt i NVEs flomsonekartlegging er fortsatt aktuelle.



Figur 9 Flomforløp 200-årsflom pluss klimapåslag brukt i simuleringer (fra modellen brukt i [2]).

3.6 Grensebetingelser

Som øverste grensebetingelsen er det lagt inn vannføringer i de øverste profilene i Mike 11-modell, som vist i Figur 4 (Q20 og Q200+klimapåslag).

Som vanlig, er det som nederste grensebetingelse brukt 1-års stormflo, og vannstand i fjorden er satt til 1,18 (i samsvar med [2]). Det er ikke lagt inn klimapåslag for vannstand i fjorden.

For å vurdere vannstand ved den nye brua mellom Steinavegen og Øyrane er det også beregnet en situasjon med høyt havnivå og en mindre flom i Jølstra (Q20) og en 200-årsflom pluss klimapåslag med forventede havstigning. I følge Statens kartverk nettside «Se havnivå» [4] er 200-års returnivå for stormflo med klimapåslag 2,22 moh. (NN2000) og forventet havstigning i år 2100 for høyt utslipp scenario (RCP8.5) er 49 cm. Det er derfor vurdert følgende situasjoner:

- 200-årsflom pluss klimapåslag og havstigning på 49 cm, dvs. $1,18 + 0,49 = 1,67$ moh. som nederste grensebetingelsen.
- 20-årsflom og 200-års havnivå i 2100, dvs. 2,22 moh. (NN2000), tilsvarende 2,18 moh. (NN1954).

4 Resultater

Resultater fra modelleringene er vist i form av kart med vanndybder og hastigheter i det flomutsatte området. Det presenteres også endringer i maksimale vanndybder som følge av tiltakene. Det er spesielt området oppstrøms Hafstad som vil være påvirket av veiltakene og presentasjon av kartene er fokusert på dette området. Vannstander og hastigheter langs begge elveløpene presenteres tabellarisk.

Det er simulert seks scenarioer:

1. Dagens situasjon ved Q20 og vannstand i havet lik 1,18 moh.
2. Dagens situasjon ved Q200 + klimapåslag og vannstand i havet lik 1,18 moh.
3. Oppgradering av Fv 481 (heving av veien og utfylling på enkelte strekninger langs Anga) og bygging av nye gang- og sykkelveier ved Q20 og vannstand i havet lik 1,18 moh.
4. Oppgradering av FV 481 og nye gang- og sykkelveier ved Q200 + klimapåslag og vannstand i havet lik 1,18 moh.
5. Oppgradering av FV 481 og nye gang- og sykkelveier ved Q200 + klimapåslag og vannstand i havet lik 1,67 moh.
6. Oppgradering av FV 481 og nye gang- og sykkelveier ved Q20 og vannstand i havet lik 2,18 moh.

Oppstrøms samløpet av begge elvene er vannstandsforskjeller mellom scenario 4 og 5 under 5 cm. Dette betyr at vannstander i Jølstra og Anga før samløpet er lite følsomme til store endringer i havnivå.

4.1 Endringer i flomsituasjon som følge av tiltakene

Figur 11 viser endringer av vannstander sammenliknet med dagens situasjon som følge av de planlagte gang- og sykkelveiene og oppgraderingen av Fv 481 ved henholdsvis 20- og 200-årsflom pluss klimapåslag.

Tabell 1 viser vannstand og vannstandsendringer langs elveløpene ved 20- og 200-årsflom. Tabell 2 viser vannstandsendringer i utvalgte steder, punkt 1 til 16 i Figur 10. I vedlegg 2 er det presentert maksimale hastigheter langs elveløpet med og uten veiltakene. Den største hastighetsøkningen er beregnet til 0,1 m/s ved profilet 1173,99.

I Anga mellom profiler 1093,21 og 1173,99 vil veien fungere som en flomvoll. Mer vann vil strømme innenfor elvekantene og det er en vannstandstigning på mellom 1 og 2 cm opp til profil 740,15.

I Anga mellom profiler 1581,68 og 2215,8 vil man få en økning i vannstand på opptil mellom 3 og 4 cm.

I Jølstra mellom profiler 1205,29 og 2136 vil gang og sykkelveien i sør fungere som en flomvoll/barriere og man vil få en økning av vannstander i elveløpet. Vannstandstigningen er beregnet til maksimal 3 cm.

I Jølstra nedstrøms samløpet med Anga, er det simulert en reduksjon i maksimal vannstand på ca. 1 cm.

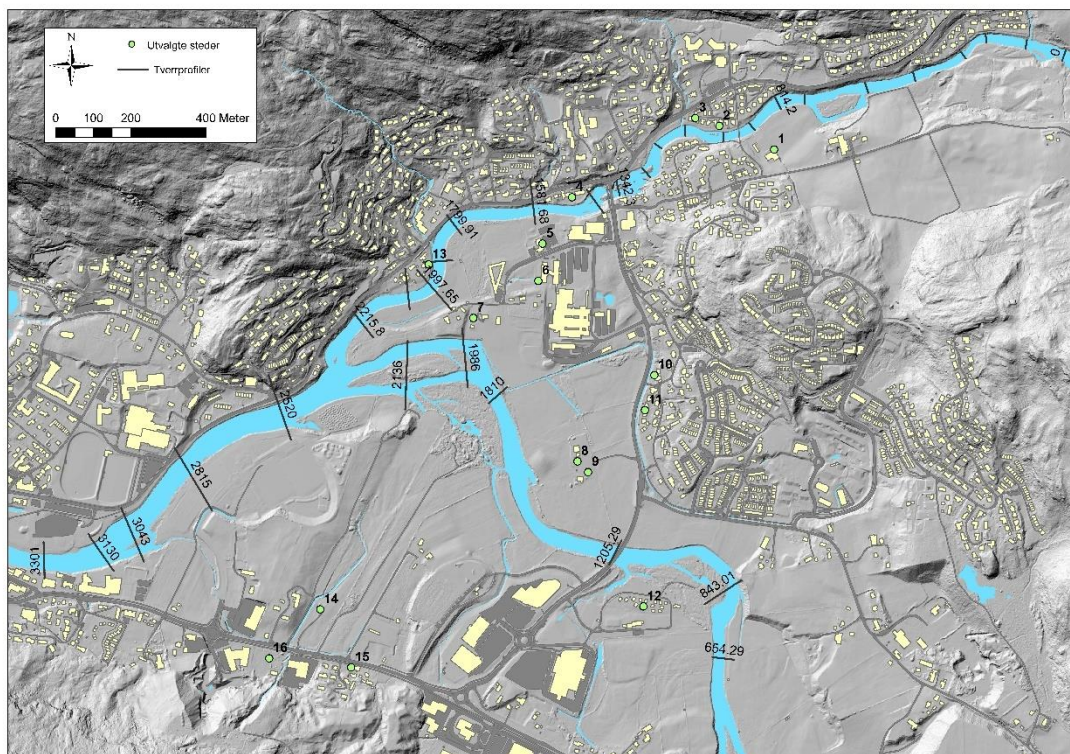
Vannstandsøkningen i flomsletta vil medføre at noen boliger vil få opptil 6 cm økt vannstandstigning. Disse er boliger ved Hafstadvegen og ved Slåttreina. Andre boliger vil få økt vannstandstigning på mellom 1 og 3 cm. Førde Gjestehus og Camping får en 1 cm økning i vannstandstigning (se Tabell 2).

Økningen langs Hafstadvegen (oransje og gul farge i Figur 11) forklares med at vann som går ut av Jølstra ved Øyane vil ikke kunne strømme fritt mot Prestholmen som følge av ny gang- og sykkelveien

(flomvoll/barriere). Derfor vil man få en liten økning i vannmengde som strømmer sørvest mot Hafstadvegen med følgende økning i vannstandstigning.

Tabell 1 Vannstand og vannstandsendringer langs Anga og Jølstra med og uten tiltak, 20- og 200-årsflom med klimapåslag.

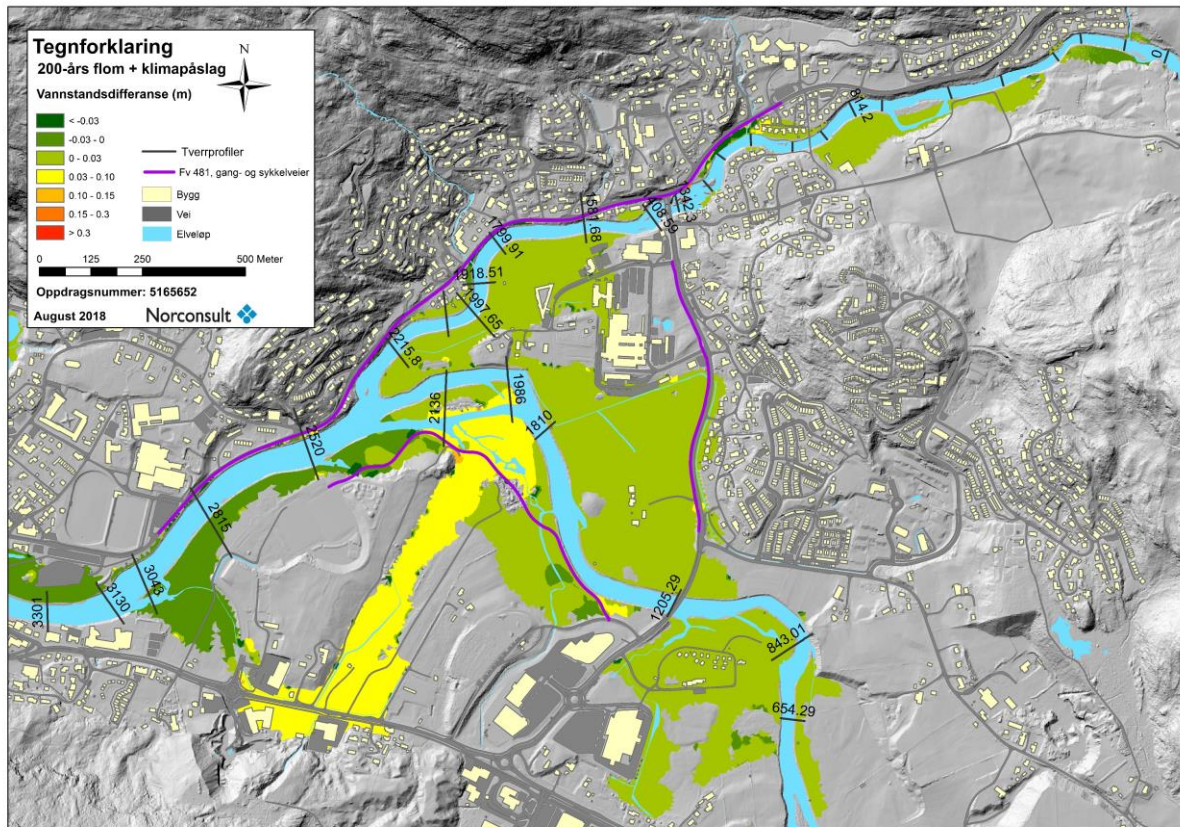
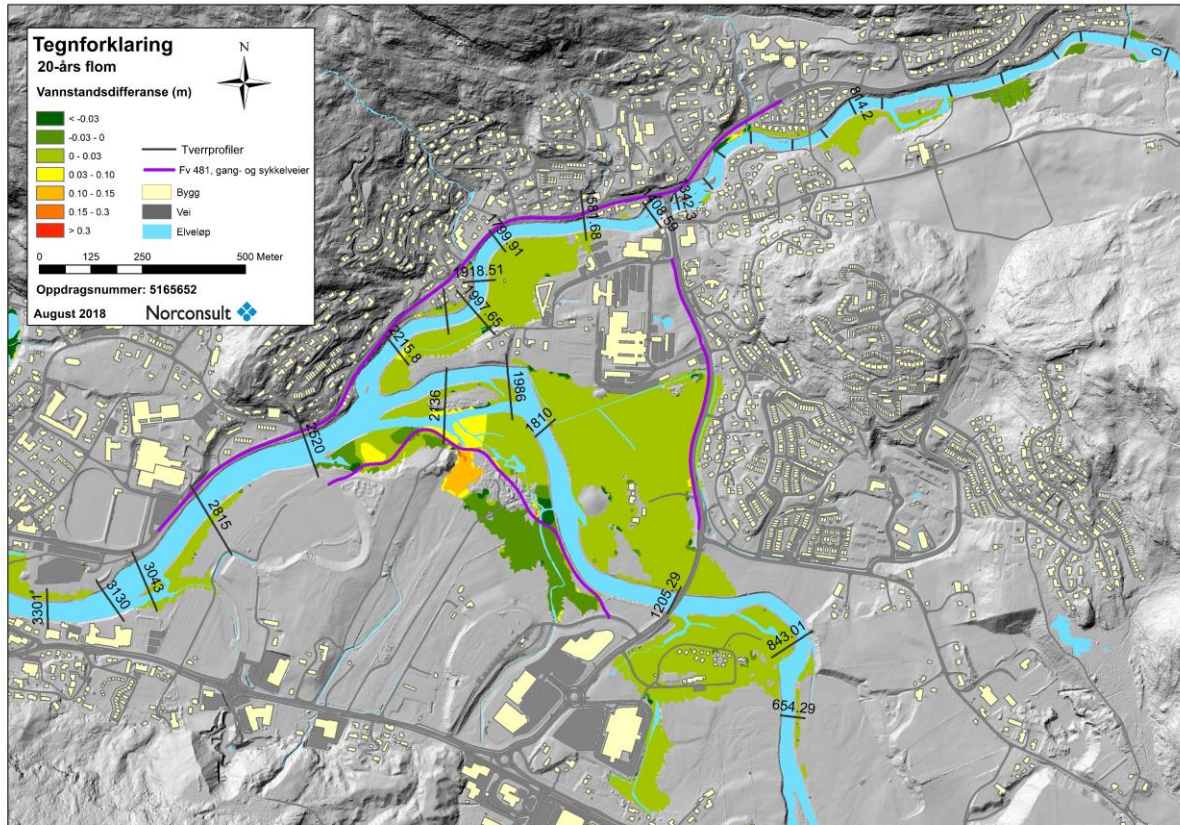
Profil	Vannstand (moh.) NN 1954				Vannstandsendringer (m)	
	Dagens revidert Q20	Dagens revidert Q200 + klima	Med Angedalsveien Q20	Med Angedalsveien Q200 + klima	Dh Q20	Dh Q200 + klima
ANGA 0	26.89	27.62	26.89	27.62	0.00	0.00
ANGA 114.679	23.08	23.88	23.08	23.88	0.00	0.00
ANGA 226.483	21.84	22.63	21.84	22.63	0.00	0.00
ANGA 304.965	20.94	21.77	20.94	21.77	0.00	0.00
ANGA 440.226	19.78	20.51	19.78	20.51	0.00	0.00
ANGA 570.476	18.35	19.24	18.35	19.24	0.00	0.00
ANGA 740.15	18.13	19.05	18.13	19.05	0.00	0.01
ANGA 814.196	17.92	18.85	17.92	18.85	0.00	0.01
ANGA 906.255	17.52	18.42	17.53	18.42	0.00	0.01
ANGA 987.492	17.34	18.06	17.35	18.07	0.01	0.01
ANGA 1093.21	16.88	17.54	16.89	17.56	0.01	0.02
ANGA 1173.99	16.35	16.95	16.36	16.96	0.01	0.01
ANGA 1255.85	14.71	15.12	14.71	15.12	0.00	0.00
ANGA 1342.3	8.19	8.96	8.18	8.96	-0.01	0.00
ANGA 1408.59	5.13	5.85	5.13	5.86	0.00	0.00
ANGA 1581.68	4.58	5.21	4.59	5.22	0.01	0.01
ANGA 1799.91	4.10	4.93	4.11	4.94	0.01	0.01
ANGA 2064.72	3.64	4.54	3.66	4.56	0.02	0.02
ANGA 2178.03	3.37	4.31	3.40	4.34	0.03	0.03
ANGA 2215.8	3.24	4.22	3.28	4.25	0.04	0.03
JØLSTRA 0	7.71	8.17	7.71	8.17	0.00	0.00
JØLSTRA 150	7.58	8.01	7.58	8.01	0.00	0.00
JØLSTRA 286	7.24	7.71	7.24	7.71	0.00	0.00
JØLSTRA 654.29	5.93	6.35	5.93	6.35	0.00	0.00
JØLSTRA 843.01	5.52	5.91	5.52	5.91	0.00	0.00
JØLSTRA 1205.2	5.09	5.47	5.10	5.48	0.01	0.01
JØLSTRA 1810	4.07	4.68	4.09	4.71	0.01	0.03
JØLSTRA 1986	3.87	4.51	3.89	4.54	0.01	0.02
JØLSTRA 2136	3.54	4.27	3.55	4.29	0.01	0.02
JØLSTRA 2520	2.82	3.75	2.82	3.74	0.00	-0.01
JØLSTRA 2666.4	2.47	3.29	2.47	3.28	0.00	0.00
JØLSTRA 2815	2.30	3.12	2.30	3.11	0.00	-0.01
JØLSTRA 3043	2.01	2.89	2.02	2.88	0.00	-0.01
JØLSTRA 3130	2.03	2.90	2.03	2.89	0.00	-0.01
JØLSTRA 3301	1.81	2.58	1.81	2.57	0.00	-0.01
JØLSTRA 3590	1.80	2.62	1.80	2.61	0.00	-0.01
JØLSTRA 3795	1.67	2.44	1.67	2.43	0.00	-0.01
JØLSTRA 3980	1.73	2.52	1.73	2.51	0.00	-0.01
JØLSTRA 4083.8	1.54	1.99	1.54	1.98	0.00	-0.01
JØLSTRA 4308.6	1.48	1.88	1.48	1.87	0.00	-0.01
JØLSTRA 5151.4	1.18	1.18	1.18	1.18	0.00	0.00



Figur 10 Utvalgte steder for å presentere vannstandsendringer.

Tabell 2 Vannstandsendringer i utvalgte steder

Punkt	Beskrivelse	Vannstandsendringer (m)	
		Q20	Q200 + klimapåslag
1	Bygg Tefrevegen 45		0,01
2	Boliger Slåttereina 7-8		0,02
3	Boliger Slåttereina 3		0,06
4	Boliger Angedalsveien 30, 32		0,00
5	Sogn og Fjordane barn og familiesenter		0,01
6	Førde sykehus		0,01
7	Boliger Svanehaugen 10, 8		0,01
8	Boliger Vievegen 64		0,03
9	Boliger Vievegen 66	0,01	0,02
10	Boliger Gamle Vievegen 18, 20		0,03
11	Boliger Gamle Vievegen 22, 24, 26, 28, 30		0,03
12	Førde Gjestehus og Camping	0,01	0,01
13	Boliger ved ca. Angedalsveien 22		0,00
14	Bolig Hafstadvegen 87		0,06
15	Boliger Hafstadvegen 82, 84, 100		0,06
16	Bygg Hafstadvegen 76, 78, 80		0,06

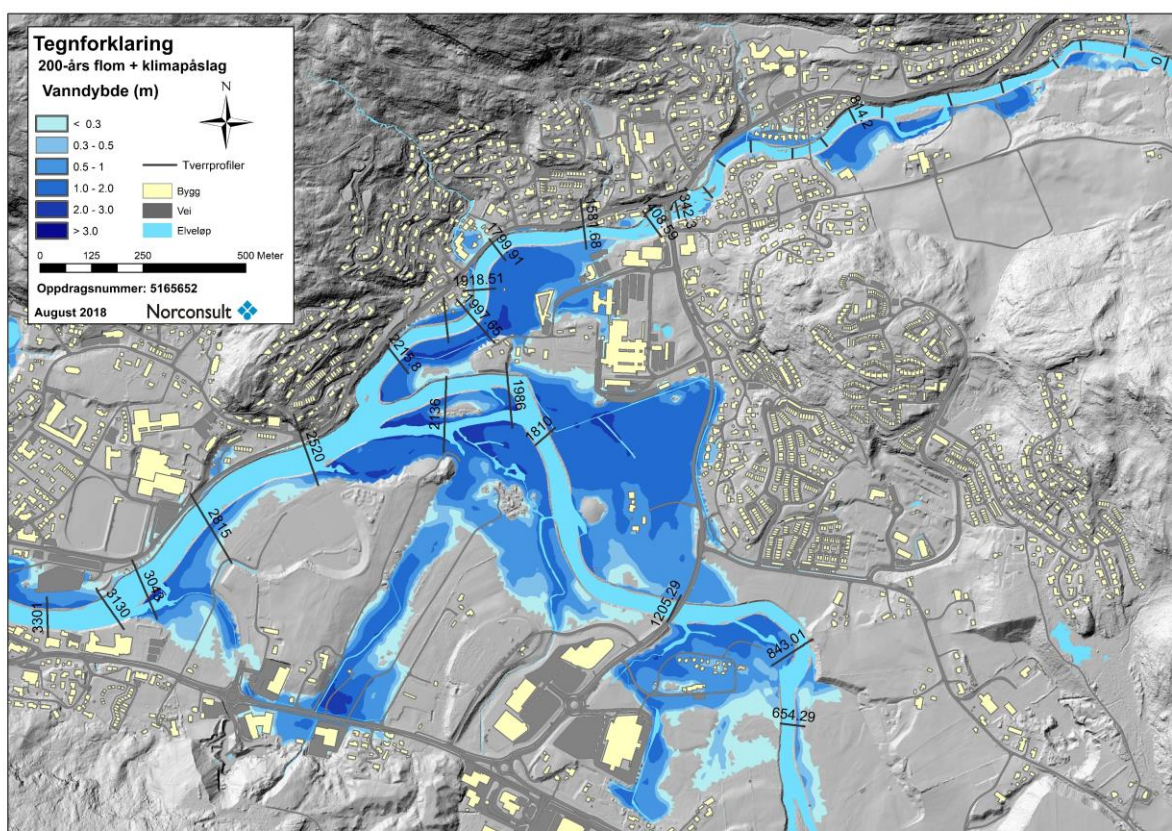
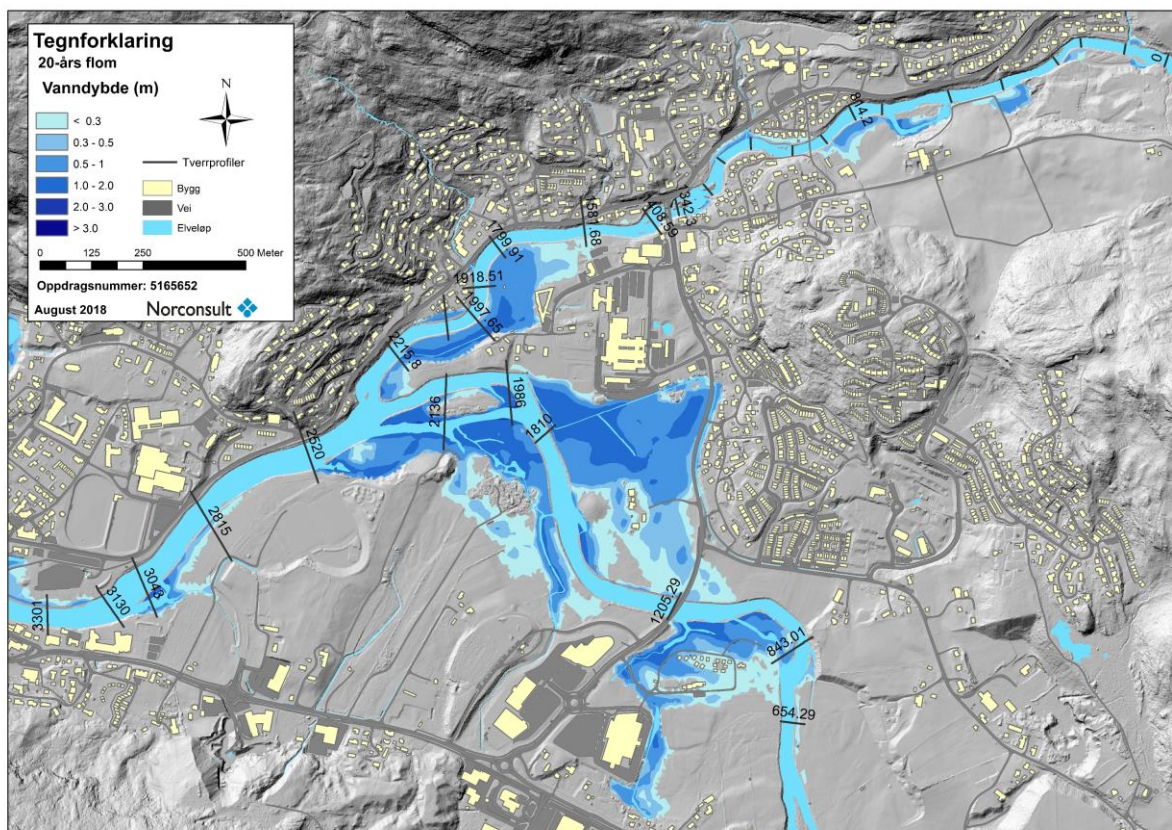


Figur 11 Vannstandsdifferanse mellom situasjon med nye gang- og sykkelveier og oppgradert Fv 481 og dagens ved 20-årsflom og 200-årsflom pluss klimapåslag

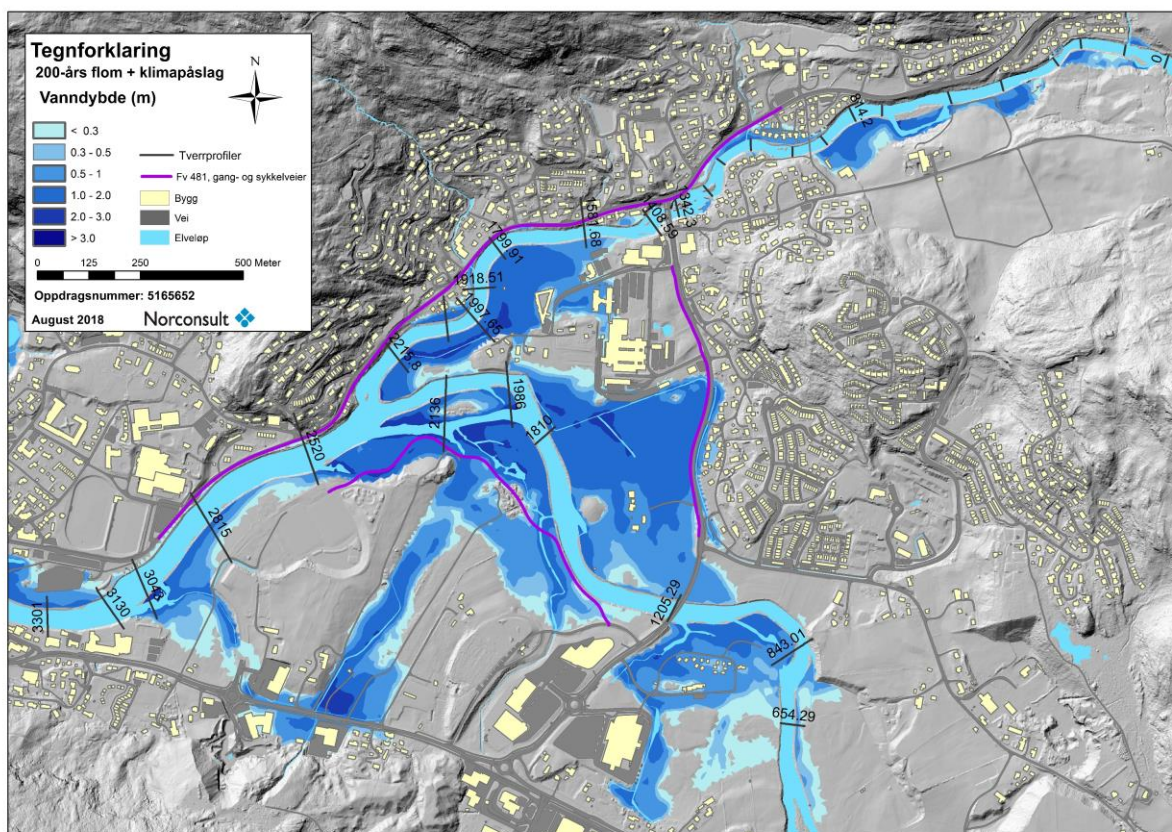
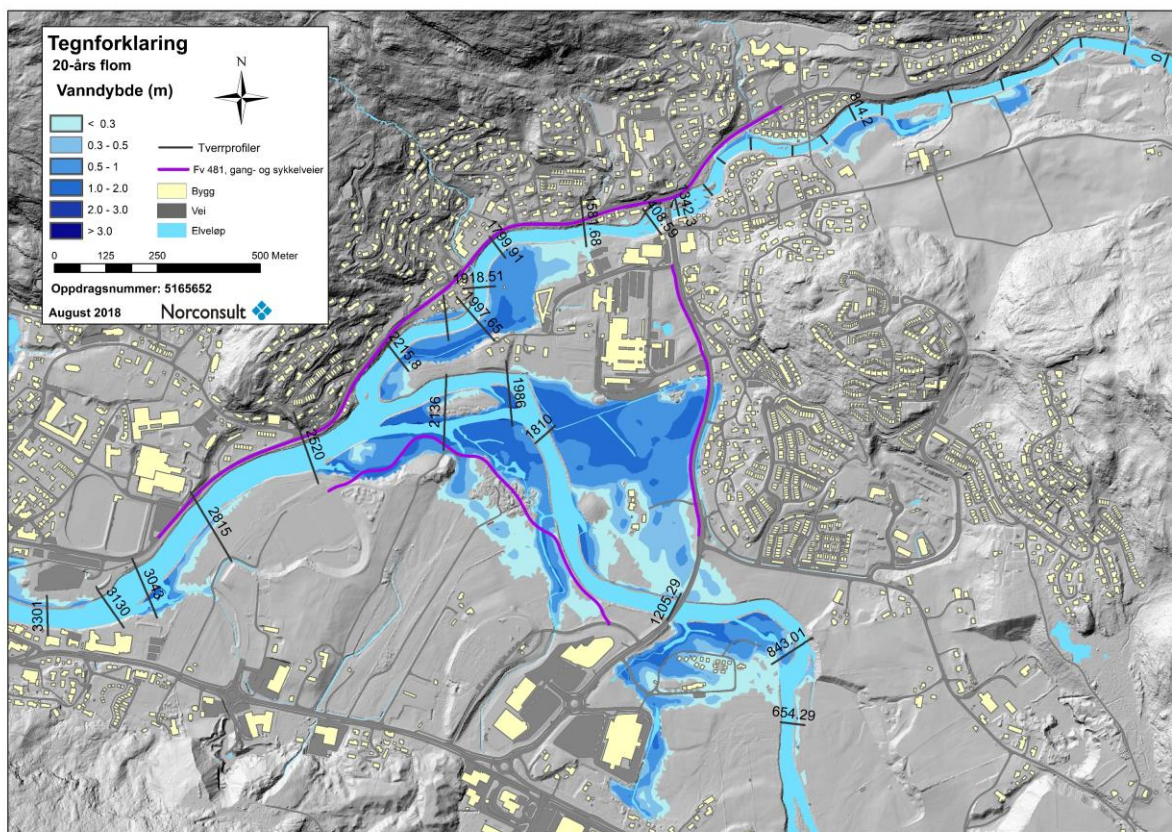
4.2 Oversvømt området og vanndybder

Figur 12 viser vanndybder ved tiltaksområdet for de to første scenarioene (dagens situasjon) ved henholdsvis 20- og 200-årsflom pluss klimapåslag. Figur 13 viser vanndybder ved tiltaksområdet for situasjon med nye gang- og sykkelveier og oppgradert Fv 481 ved henholdsvis 20- og 200-årsflom pluss klimapåslag.

Reduksjonen i det kartlagte oversvømte området nord for Anga ved profil 1799,91 med oppgradering av Fv 481 ved 200-årsflom pluss klimapåslag (Figur 13) forklares av at ny Angedalsveien vil fungere som en flomvoll for denne flommen, men kartene i denne rapporten tar ikke hensyn til sidebekken som renner inn til Anga her. Uten en kulvert med tilbakeslagsventil forventes at vannstanden oppstrøms veien vil være minst lik vannstanden nedstrøms veien, og området nord for Angedalsveien vil oversvømmes allikevel. Maksimal vannstanden nord for Angedalsveien vil være avhengig på dimensjonen til kulverten/brua under FV 481.



Figur 12 Vanndybder ved tiltaksområdet ved 20-årsflom og 200-årsflom pluss klimapåslag, eksisterende situasjon.



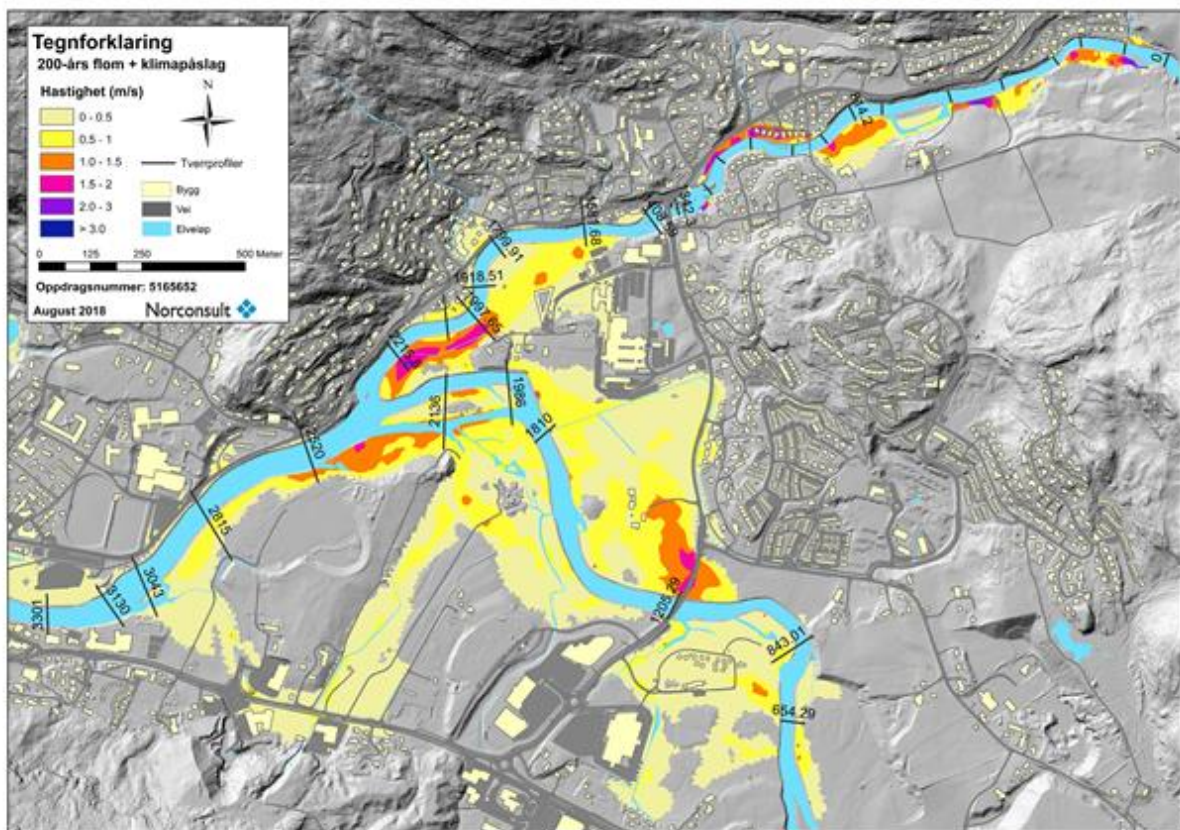
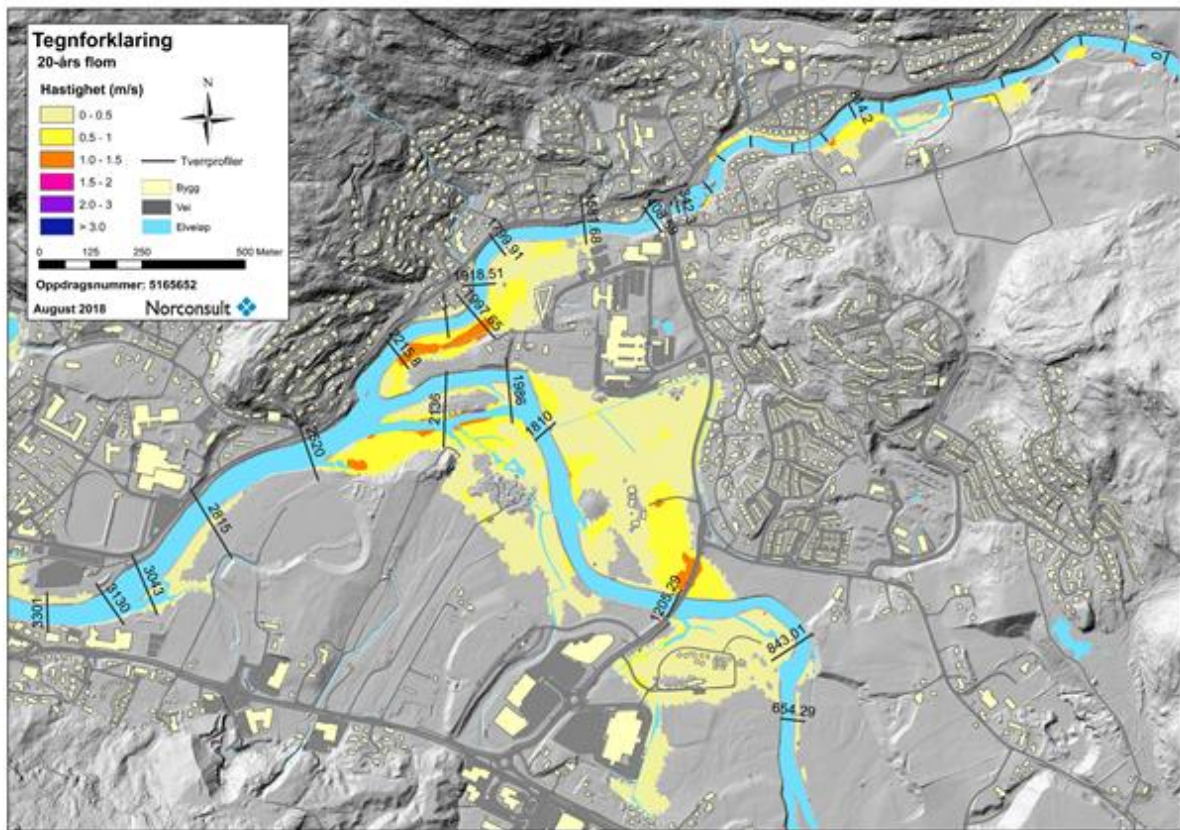
Figur 13 Vanndybder ved tiltaksområdet ved 20-årsflom og 200-årsflom pluss klimapåslag, nye gang- og sykkelveier og oppgradert Fv 481.

4.3 Hastigheter

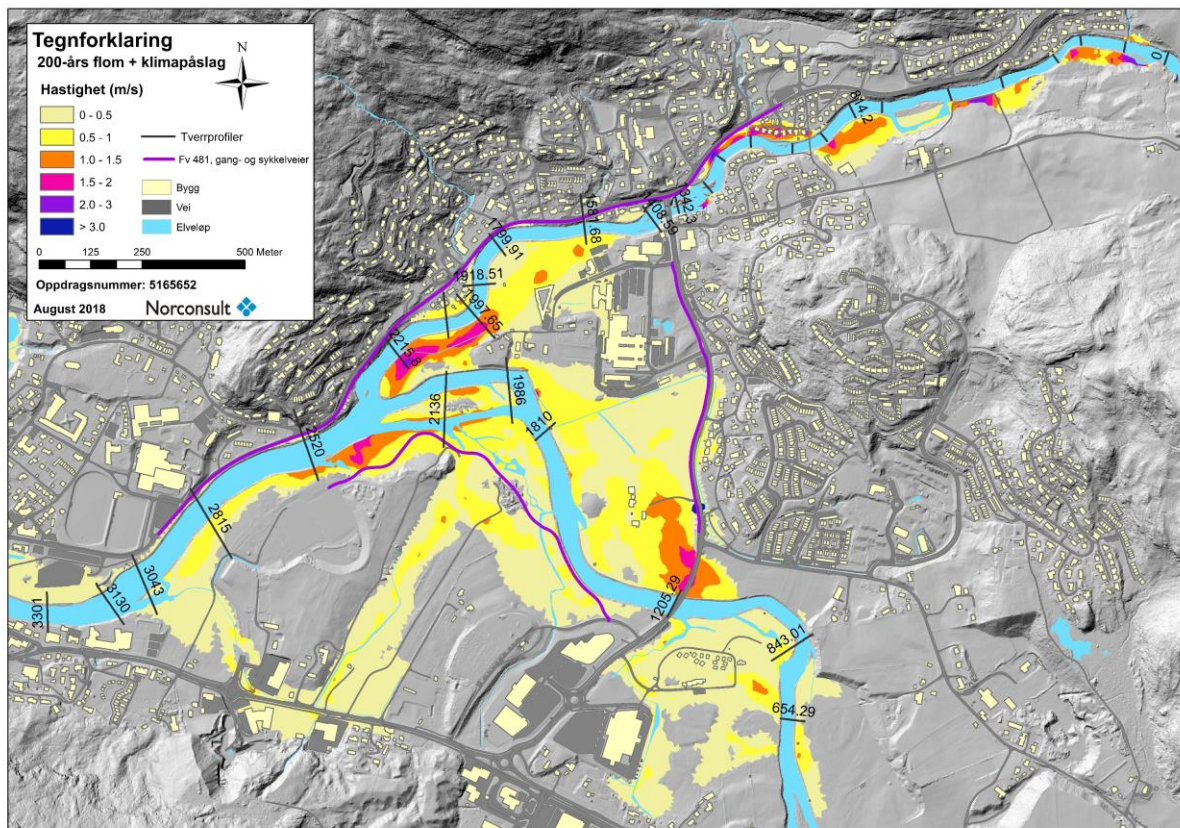
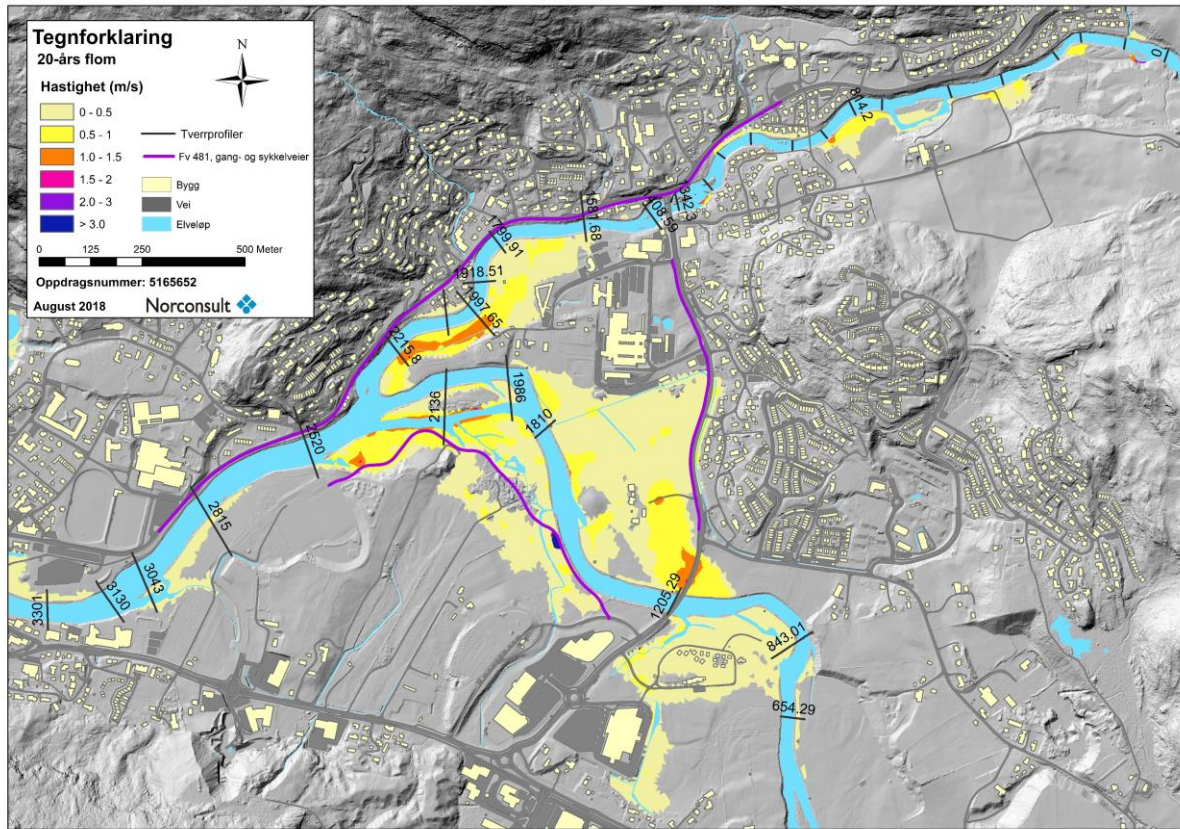
Figur 14 viser hastigheter ved tiltaksområdet ved 20- og 200-årsflom + klimapåslag ved dagens situasjon. Figur 15 viser hastigheter ved tiltaksområdet ved 20- og 200-årsflom + klimapåslag med nye gang- og sykkelveier og oppgradert Fv 481.

Ved 20-årsflom er det lokale hastighetsendringer i området sør for Prestholmen og langs gang- og sykkelveien sør for Jølstra.

Ved 200-årsflom og klimapåslag er det lokale hastighetsendringer i området sør for Prestholmen, langs gang- og sykkelveien parallelt Vievegen og området mellom Anga og FV 481 ved profil 1173,99.



Figur 14 Hastigheter ved tiltaksområdet ved 20- og 200-årsflom pluss klimapåslag, eksisterende situasjon.



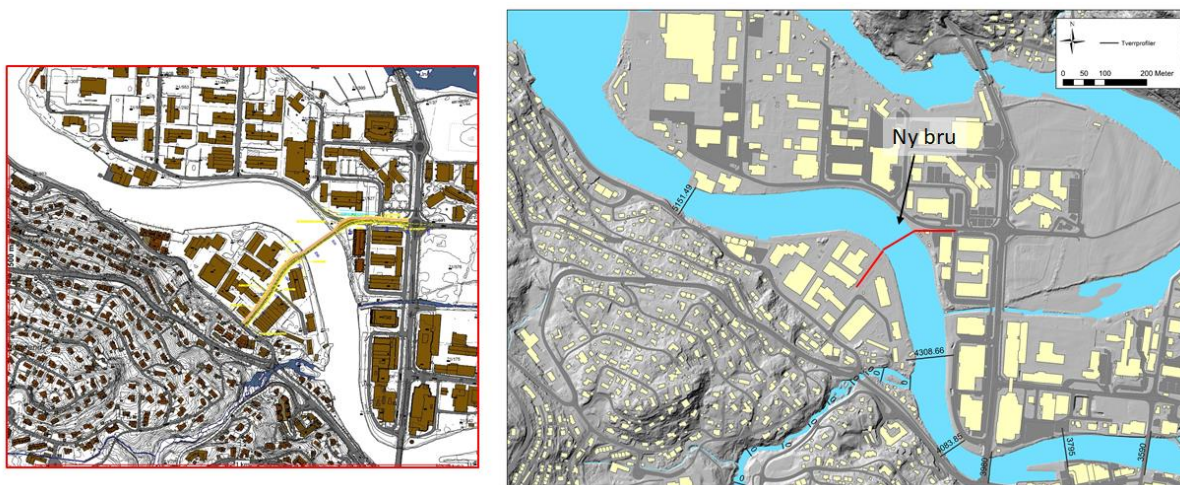
Figur 15 Hastigheter ved tiltaksområdet ved 20- og 200-årsflom pluss klimapåslag, nye gang- og sykkelveier og oppgradert Fv 481.

4.4 Vannstand i Jølstra ved ny bru nær fjorden

For å vurdere vannstand ved den nye brua mellom Steinavegen og Øyrane er det også beregnet en situasjon med høyt havnivå (H200+klimate) kombinert med en mindre flom i Jølstra (20-årsflom) og en 200-årsflom pluss klimapåslag med forventede havstigning.

Figur 16 viser plassering av den planlagte brua. Det finnes ikke et oppmålt profil ved brustedet, som ligger ca. 265 m nedstrøms profil 4308,66. I den hydrauliske modellen finnes det interpolerte profiler. Brua ligger mellom profiler 4556,55 og 4606,13. Tabell 3 viser vannstander for alle interpolerte profiler mellom bru Naustdalsvegen (profil 3980) og utløp i Førdefjorden (5151,49) ved:

- 20-årsflom og 200-års havnivå i 2100 (2,18 moh.)
- 200-årsflom pluss klimapåslag og 1-års stormflo i 2100 (1,67 moh.)



Figur 16 Plassering av ny bru mellom Steinavegen og Øyrane.

Det er situasjon med 200-årsflom vannstand i fjorden inkludert forventede havstigning kombinert med en mindre flom (Q20) som gir høyeste vannstand ved den planlagte brua på ca. kote 2,3. Maksimal hastighet ved dette profilet er gitt av situasjonen med en 200-årsflom pluss klimapåslag og 1-års stormflo. Den er beregnet til ca. 2,3 m/s. Ved en lavere vannstand i fjorden forventes det at hastigheten vil øke og ev. erosjonssikring bør ta hensyn til en høyere hastighet enn 2,3 m/s.

Tabell 3 Vannstand i Jølstra mellom bru Naustdalsvegen og utløp i fjorden

Profil i Mike-11	Q20 og havnivå H200+klima	Q200+klima og H1+klima
JØLSTRA 3980 (bru Naustdalsvegen)	2.6	2.7
JØLSTRA 3999	2.4	2.4
JØLSTRA 4041.43	2.4	2.4
JØLSTRA 4083.85	2.3	2.2
JØLSTRA 4128.81	2.3	2.2
JØLSTRA 4173.77	2.3	2.2
JØLSTRA 4218.74	2.3	2.2
JØLSTRA 4263.7	2.3	2.2
JØLSTRA 4308.66	2.3	2.2
JØLSTRA 4358.24	2.3	2.1
JØLSTRA 4407.82	2.3	2.1
JØLSTRA 4457.39	2.3	2.1
JØLSTRA 4506.97	2.3	2.0
JØLSTRA 4556.55 (oppstrøms ny bru)	2.3	2.0
JØLSTRA 4606.13 (nedstrøms ny bru)	2.3	2.0
JØLSTRA 4655.71	2.3	2.0
JØLSTRA 4705.29	2.2	1.9
JØLSTRA 4754.86	2.2	1.9
JØLSTRA 4804.44	2.2	1.9
JØLSTRA 4854.02	2.2	1.8
JØLSTRA 4903.6	2.2	1.8
JØLSTRA 4953.18	2.2	1.8
JØLSTRA 5002.76	2.2	1.8
JØLSTRA 5052.33	2.2	1.7
JØLSTRA 5101.91	2.2	1.7
JØLSTRA 5151.49 (Jølstra ved ca. utløp i fjorden)	2.2	1.7

5 Referanser

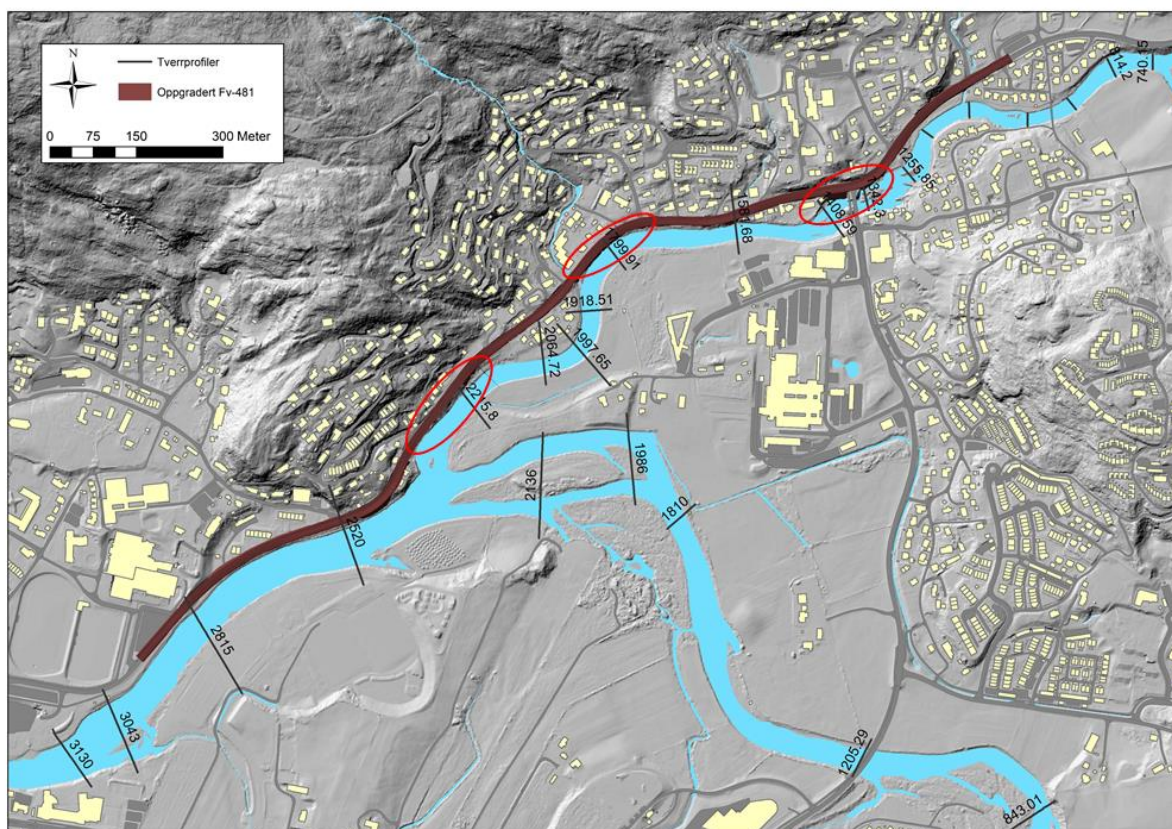
- [1] Norconsult, 2018. Vannlinjeberegning i Førde – Samlet vurdering av tiltak.
- [2] NVE, 2014. Flomsonekart – delprosjekt Førde.
- [3] Norconsult, 2017. Vurdering av eksisterende flomberegning for Jølstra med hensyn til siste flomepisoder.
- [4] Statens kartverket nettside: <https://www.kartverket.no/sehavniva/>

Vedlegg

1 Veifylling på enkelte steder langs Anga

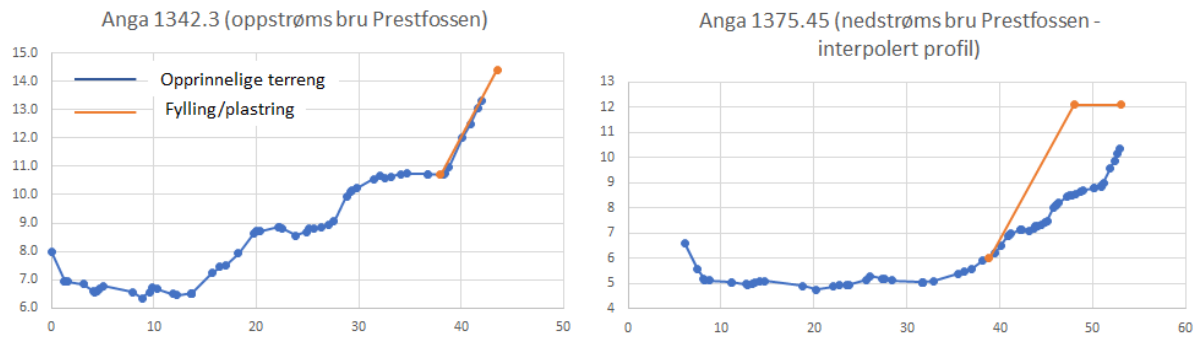
I følge opplysninger fra Statens vegvesen vil oppgradering av Fv 481 medføre utfylling på enkelte strekninger langs Anga. Vi har fått en terrengmodell av veien inkludert fyllingen. Strekninger der ny veien kommer nær elveløpet er vist i Figur 17.

Det er planlagt utfylling i elveløpet både opp- og nedstrøms bru ved Prestfossen. Utfylling i elveløpet oppstrøms og nedstrøms brua er vist i Figur 18. Profil 1342,3 ligger rett oppstrøms brua og profil 1375,45 ligger rett nedstrøms brua. Utfylling i elveløpet ved profil 1799,91 er vist i Figur 19. I Anga før samløp med Jølstra er det planlagt en brukonstruksjon som vist i Figur 20. Modellerte tverrprofil 2215,8 er vist i Figur 21.

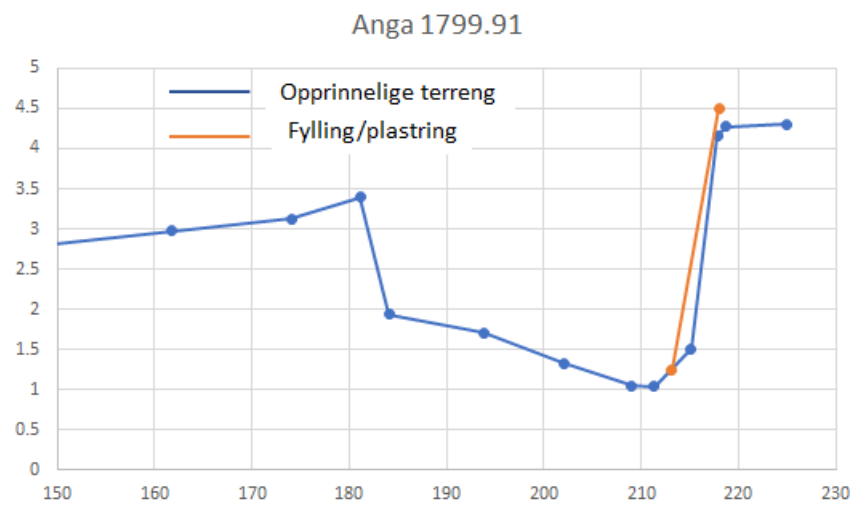


Figur 17 Oversikt av tverrprofiler og steder der veien vil bli nær elva (utfylling eller brukonstruksjon)

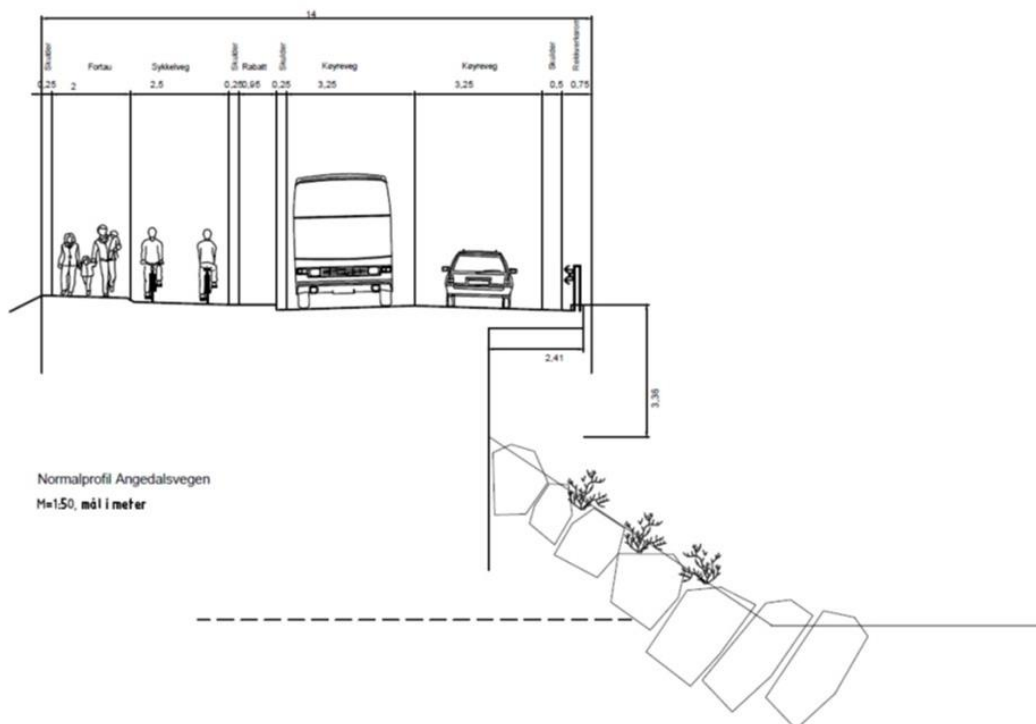
Vurdering av strekningen som blir påvirket og ny utforming av tverrprofilene er basert på kartdata, veimodellen og høyder på den nye veien. Det er avklart med Statens vegvesen at veifyllingen blir bygd med en skråningshelning på 1: 1,5 (V: H). Opprinnelige terreng og modellerte utfyllinger i elva er vist i Figur 18 til Figur 21.



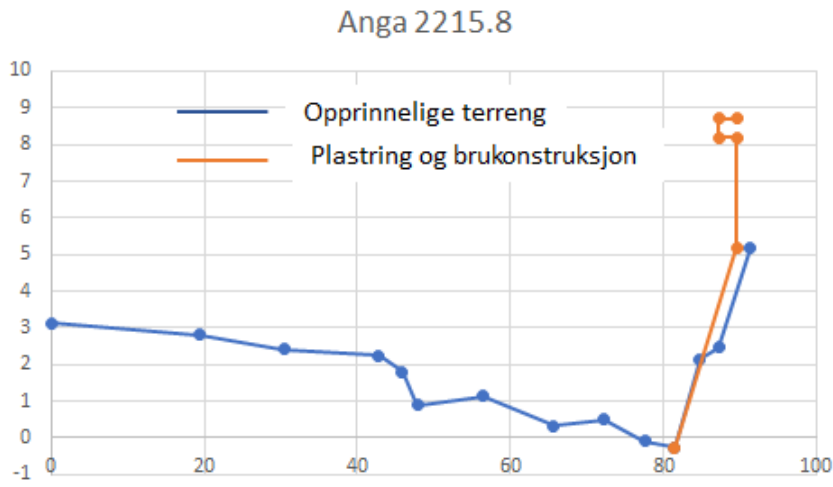
Figur 18 Modellerte utfylling i Anga ved tverrprofil 1342,3 og 1375,45



Figur 19 Modellerte utfylling i Anga ved tverrprofil 1799,91



Figur 20 Vei med brukonstruksjon over Anga og forslag til plastring av elvebredd (Anga før samløp med Jølstra)



Figur 21 Modellerte utfylling i Anga ved tverrprofil 2215,8

2 Resultater fra 1D-simuleringer

Hastigheter ved profilene i Mike-11 modellen ved Q20 og Q200 pluss klimapåslag er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Hastigheter i 1D-modell (Mike-11) med og uten veiltak, Q20 og Q200 + klimapåslag

Profil	Hastigheter (m/s)			
	Dagens revidert Q20	Dagens revidert Q200 + klima	Med Angedalsveien Q20	Med Angedalsveien Q200 + klima
ANGA 0	4.3	5.7	4.3	5.7
ANGA 114.679	4.8	6.1	4.8	6.1
ANGA 226.483	5.3	6.5	5.3	6.5
ANGA 304.965	4.3	5.8	4.3	5.8
ANGA 440.226	5.0	6.1	5.0	6.1
ANGA 570.476	3.0	4.1	3.0	4.0
ANGA 740.15	2.2	3.0	2.2	3.0
ANGA 814.196	2.8	3.6	2.8	3.6
ANGA 906.255	3.6	4.6	3.6	4.6
ANGA 987.492	2.9	4.2	2.9	4.1
ANGA 1093.21	3.7	5.0	3.6	5.0
ANGA 1173.99	4.4	5.5	4.4	5.6
ANGA 1255.85	7.5	9.3	7.5	9.3
ANGA 1342.3	9.1	10.6	9.1	10.6
ANGA 1408.59	3.0	3.9	2.9	3.9
ANGA 1581.68	2.6	3.6	2.6	3.6
ANGA 1799.91	2.3	2.7	2.3	2.7
ANGA 2064.72	1.9	2.3	1.9	2.3
ANGA 2178.03	1.6	1.9	1.6	1.9
ANGA 2215.8	1.8	1.9	1.7	1.9
JØLSTRA 0	3.8	4.4	3.8	4.4
JØLSTRA 150	2.9	3.6	2.9	3.6
JØLSTRA 286	2.2	2.4	2.2	2.4
JØLSTRA 654.29	3.1	3.9	3.1	3.9
JØLSTRA 843.01	2.5	2.9	2.5	2.9
JØLSTRA 1205.29	1.7	1.9	1.7	1.9
JØLSTRA 1810	1.3	1.3	1.3	1.3
JØLSTRA 1986	1.2	1.2	1.2	1.2
JØLSTRA 2136	1.2	1.2	1.3	1.2
JØLSTRA 2520	1.8	2.1	1.8	2.1
JØLSTRA 2666.41	2.3	2.9	2.3	2.9
JØLSTRA 2815	2.2	2.7	2.2	2.7
JØLSTRA 3043	2.4	2.8	2.4	2.8
JØLSTRA 3130	1.9	2.3	1.9	2.3
JØLSTRA 3301	2.4	3.1	2.4	3.1
JØLSTRA 3590	1.8	2.3	1.8	2.3
JØLSTRA 3795	1.9	2.5	1.9	2.5
JØLSTRA 3980	1.2	1.7	1.2	1.7
JØLSTRA 4083.85	1.9	2.7	1.9	2.8
JØLSTRA 4308.66	1.6	2.3	1.6	2.3
JØLSTRA 5151.49	1.5	2.4	1.5	2.4

3 Kapasitet ved bruene ved Prestfossen

Vievegen krysser Anga nordøst for sykehus/høgskolen på en veibru og en gangbru (Figur 22 og Figur 23). Bruene er ikke inkludert i den hydrauliske modellen fra NVE (kombinert 1D/2D).

Det er utført en kontroll av kapasiteten ved disse bruene. Statens vegvesen har sendt tegninger av vei- og gangbru ved Prestfossen (vist i Figur 24 og Figur 25), men vi har ikke oppmålinger av tverrprofiler på dette stedet.

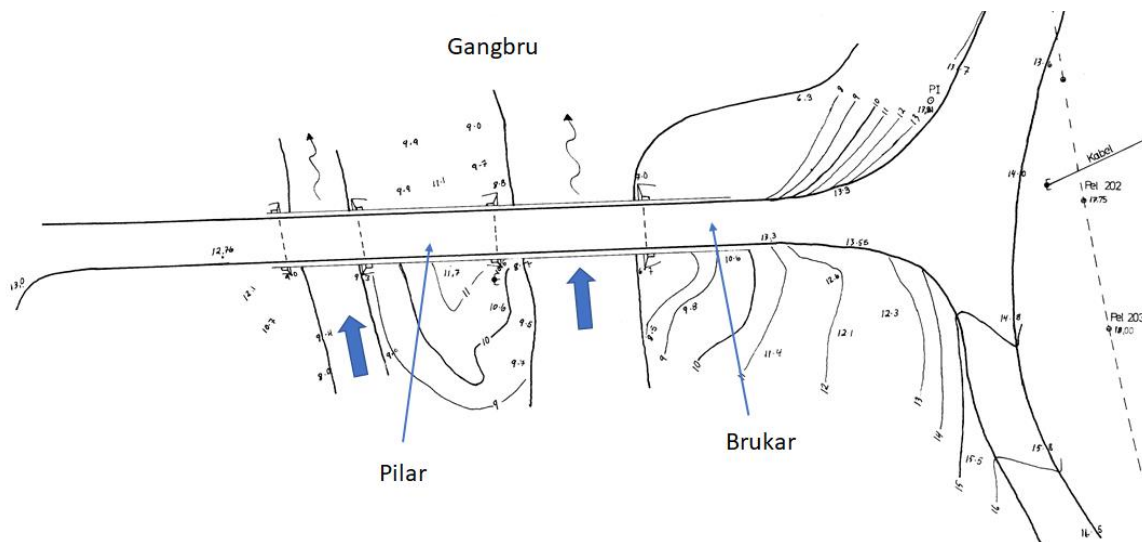
For å vurdere om bruene vil påvirke vannstanden i Anga har vi laget en separat hydraulisk modell i Hec-Ras. Modellen simulerer de hydrauliske forholdene ved bruene og en kort strekning opp- og nedstrøms disse.



Figur 22 Gangbru ved Prestefoss sett fra nedstrøms side



Figur 23 Veibru ved Prestefoss sett fra oppstrøms side



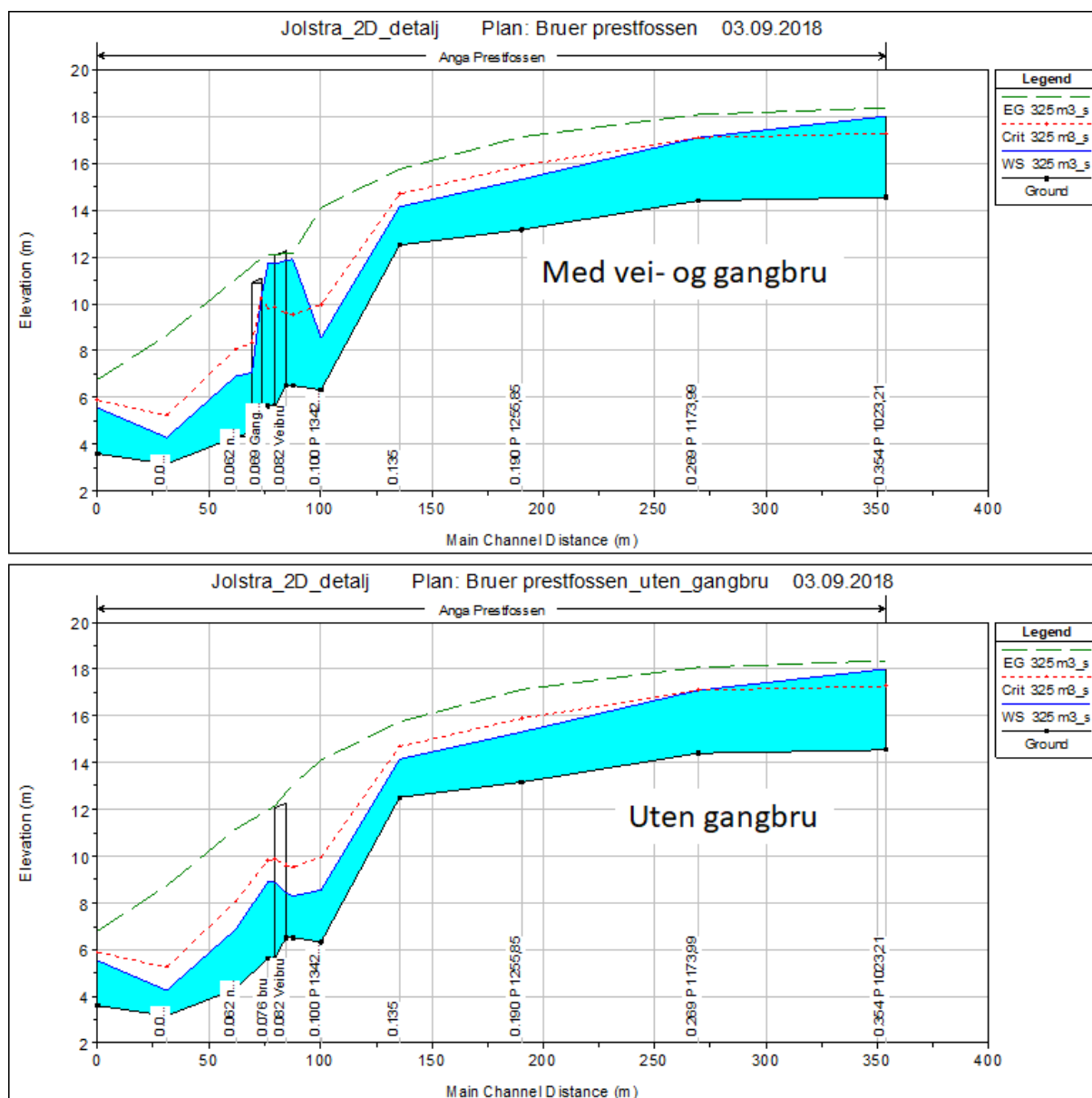
Figur 24 Gangbru ved Prestefoss (fra tegning 1818-04)

Det er utført simuleringer i stasjonær tilstand med vannføringer mellom 150 og 580 m³/s. Som nedstrøms grensebetingelsen er det brukt en vannføringskurve (hentet fra Mike Flood modell). Det er simulert strekningen med begge bruer og bare veibrua.

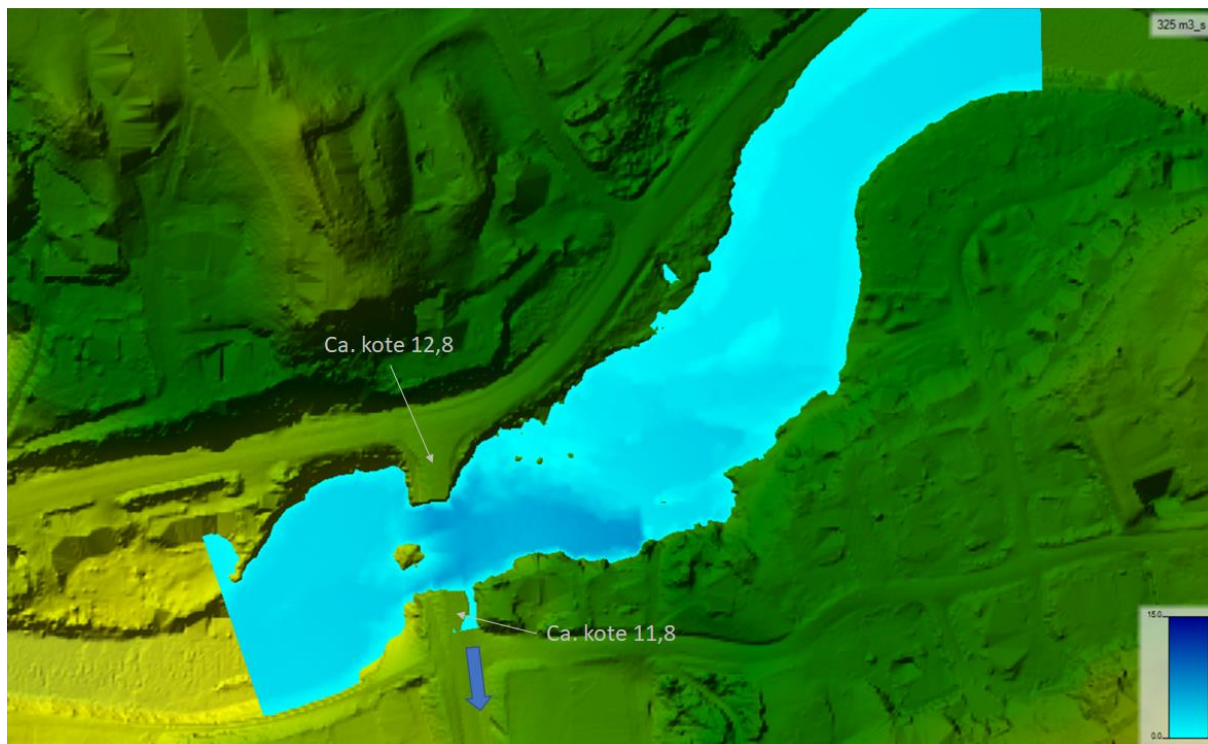
Resultater fra simuleringene antyder at den trange bruåpningen ved gangbrua vil stuve opp vannet, som vist i Figur 27 (øvre lengdeprofil). Lengdeprofilen viser også at det blir et vannstandsprang ved bruområdet. Veibrua alene påvirker ikke vannstanden (nedre lengdeprofil).

Ved begge bruene og en vannføring på ca. 325 m³/s vil vannstanden oppstrøms brua være høy nok til at vann kan renne sørover langs Fv 484 (se Figur 28). Ved en vannføring på 580 m³/s er de simulerte vannstandene så høye at vann vil kunne også renne på nordre siden av bruene (Figur 29). Dette vil være imidlertid lite sannsynlig siden vann vil renne først sørover.

Området er bratt og det er simulert vekslning mellom over- og underkritisk strømning. I slike områder er beregnede vannstander følsomme for små detaljer og resultater av beregningene presentert her bør derfor bekreftes med oppmålinger av tverrprofiler. Hvis dette bekrefter at overtopping av bruene kan inntreffe bør endelig simulering av flomsituasjon utføres med den kombinert 1D/2D modellen.



Figur 27 Lengdeprofil med vannføring lik 325 m³/s, begge bruer og veibru alene.



Figur 28 Mulig vannvei ved vannføring lik 325 m³/s.



Figur 29 Mulig vannvei ved vannføring lik 580 m³/s.

4 Usikkerheter i beregninger

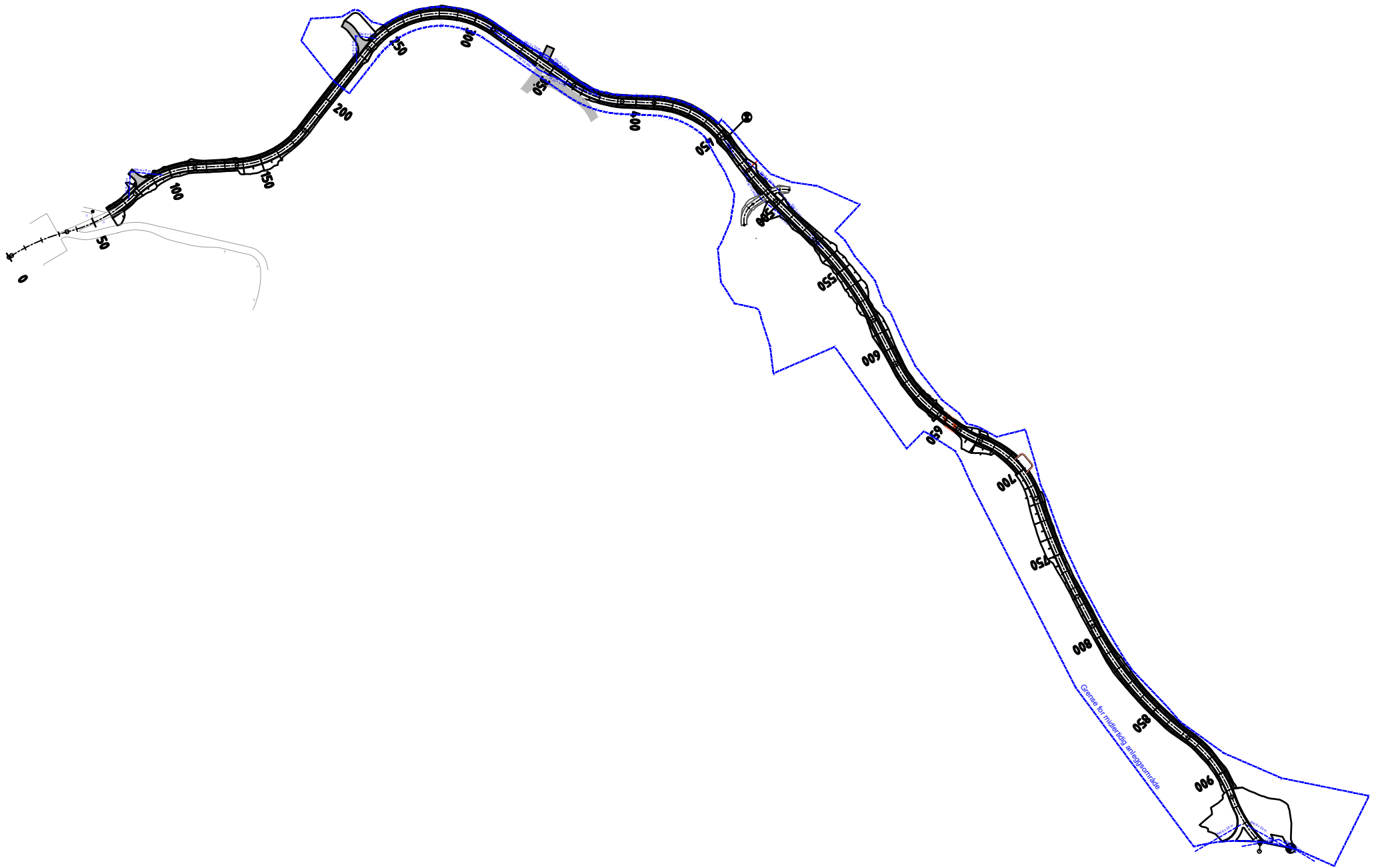
Terrengmodellen i den 2-D modellen inkluderer ikke høyde på byggene over terreng. Byggene kan påvirke strømningsforholdene når vannet renner gjennom disse.

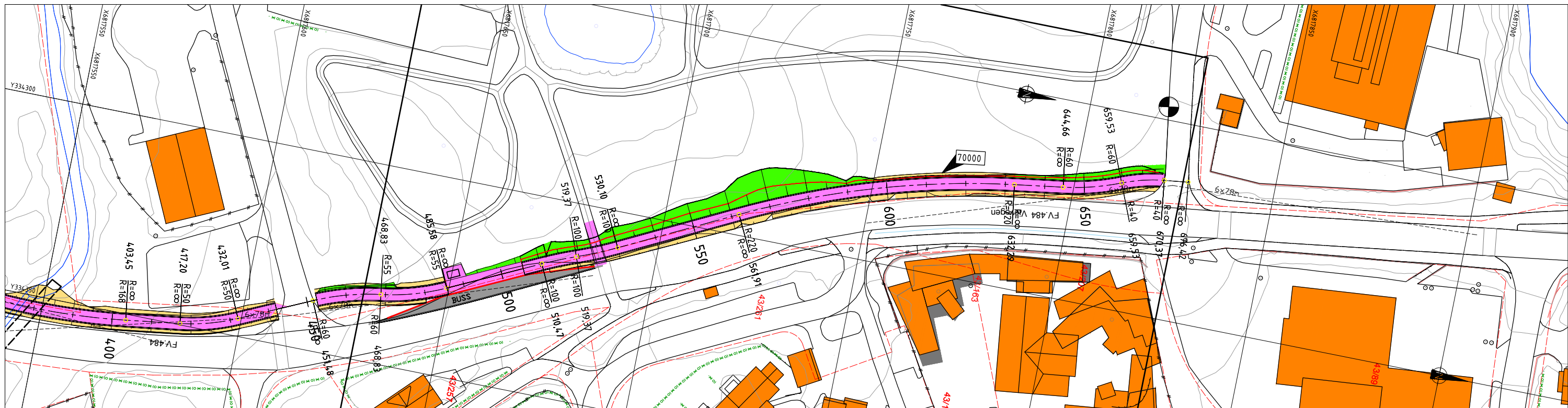
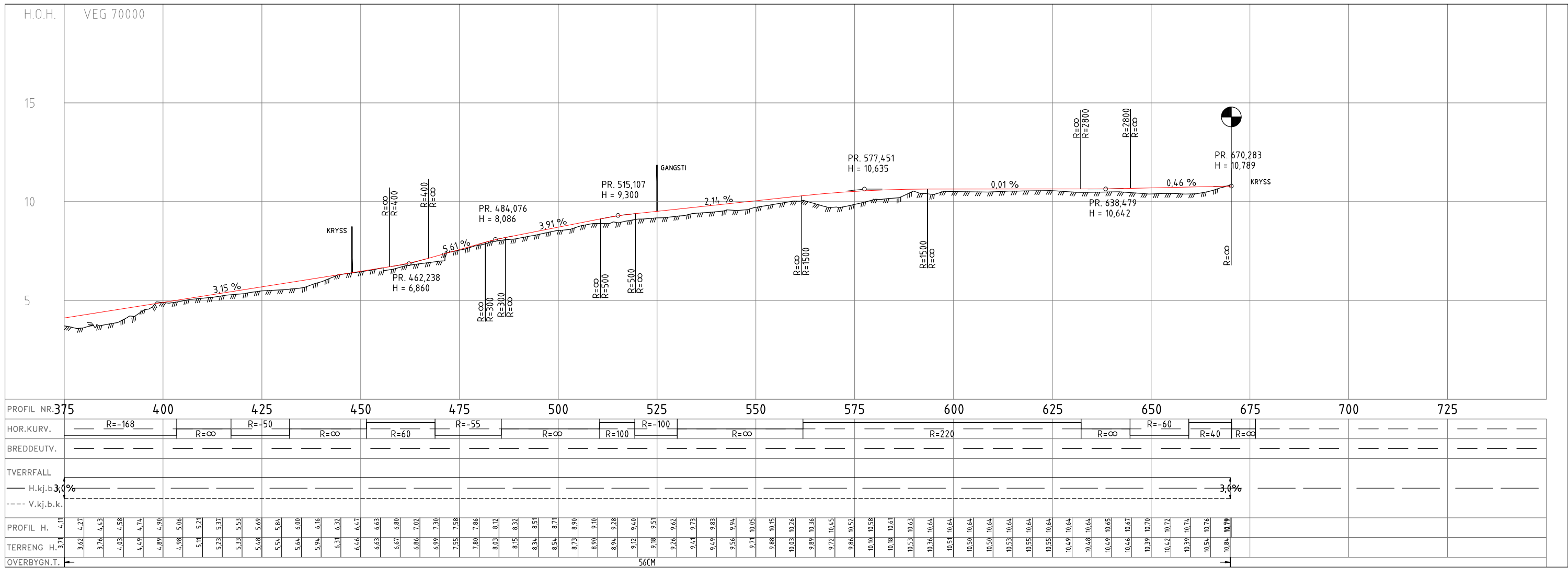
Det vurderes at vannstand i Anga ved samløp med Jølstra kan være noe usikkert pga. det er ikke målt opp et profil ved den «øy» markert med rød i Figur 30.



Figur 30 Samløp Anga og Jølstra

5 Tegninger av veiltak

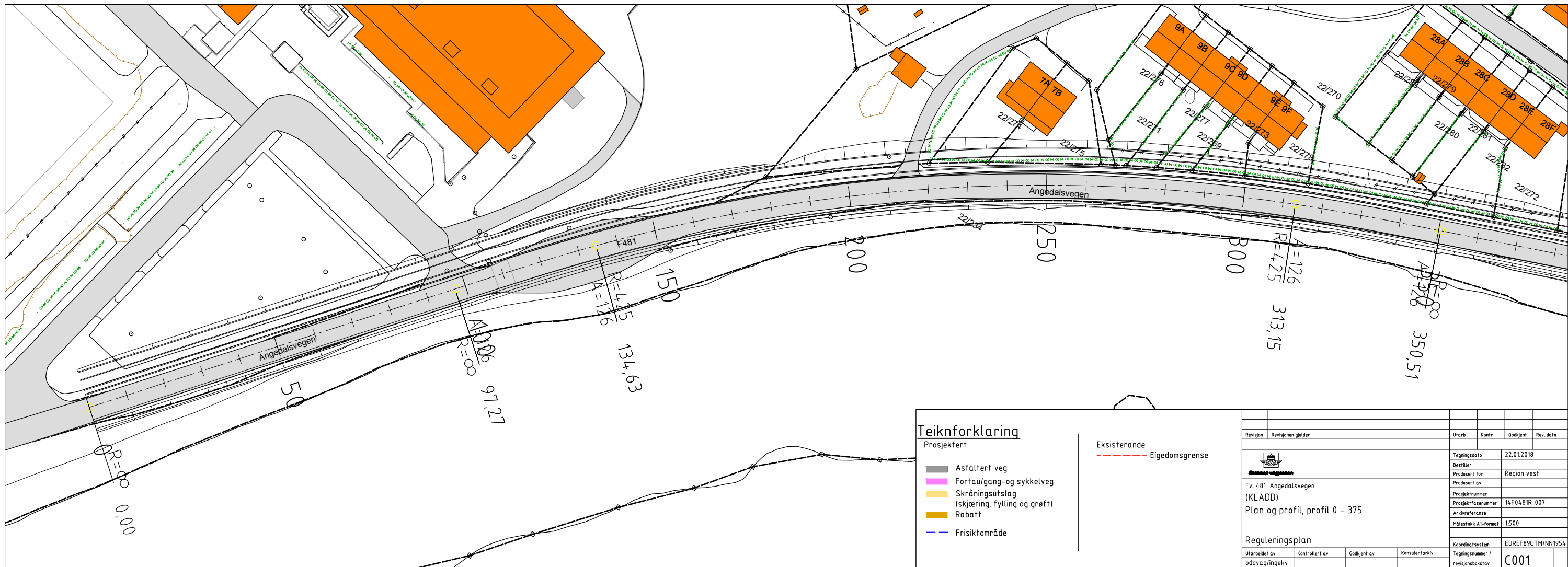
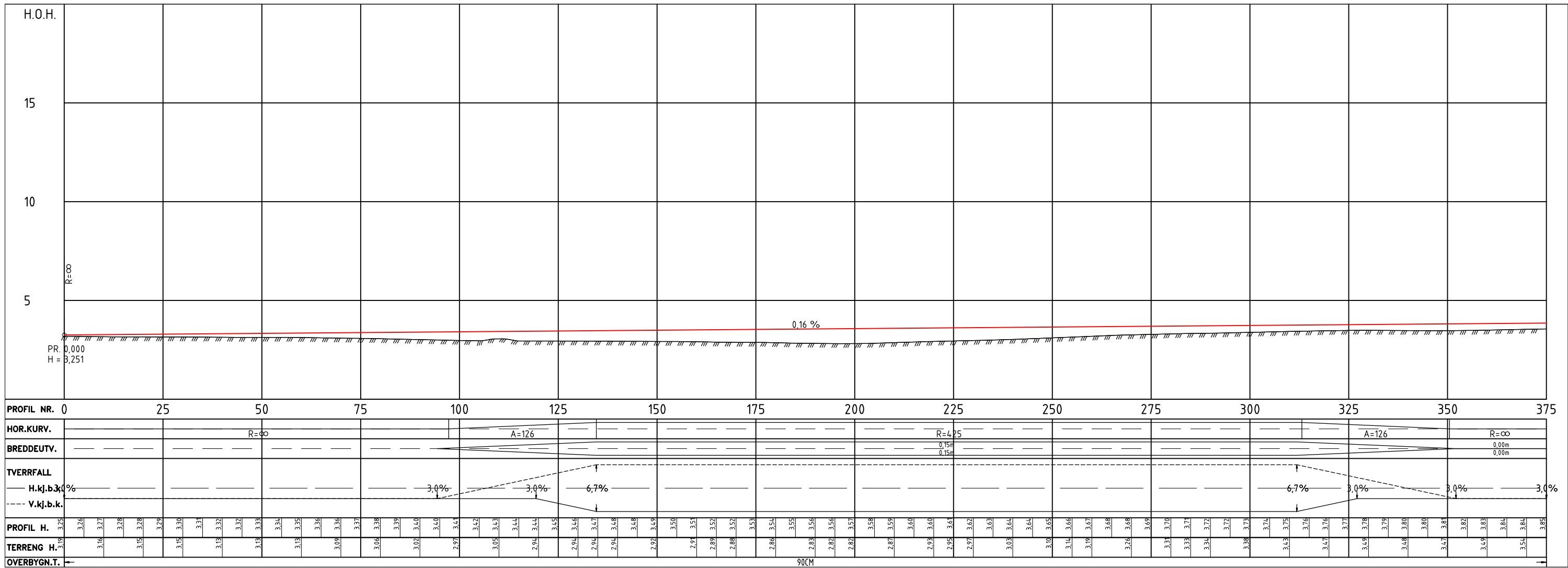


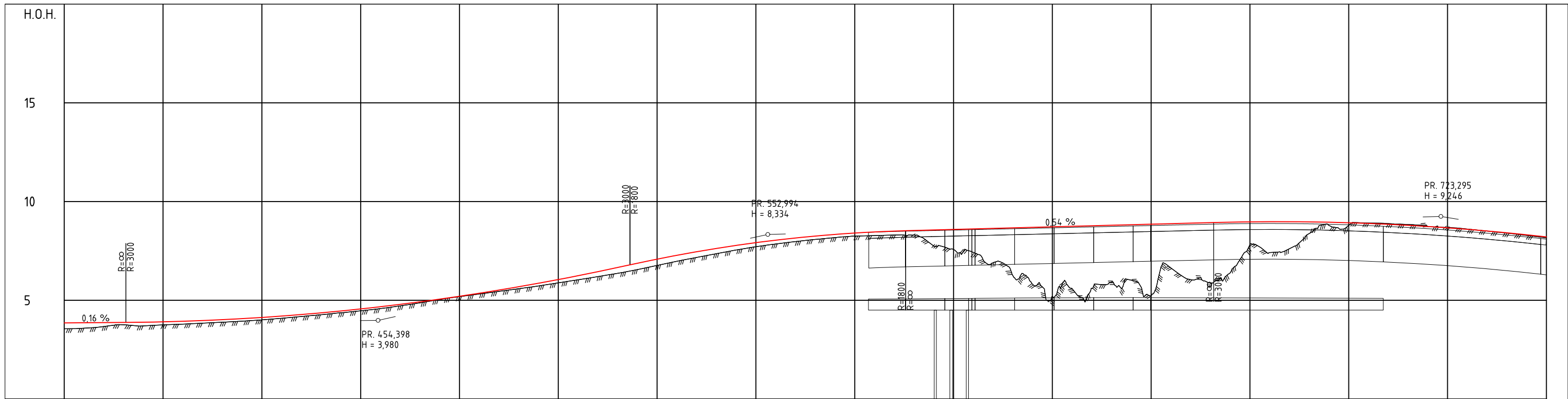


Teiknforklaring
Prosjektet

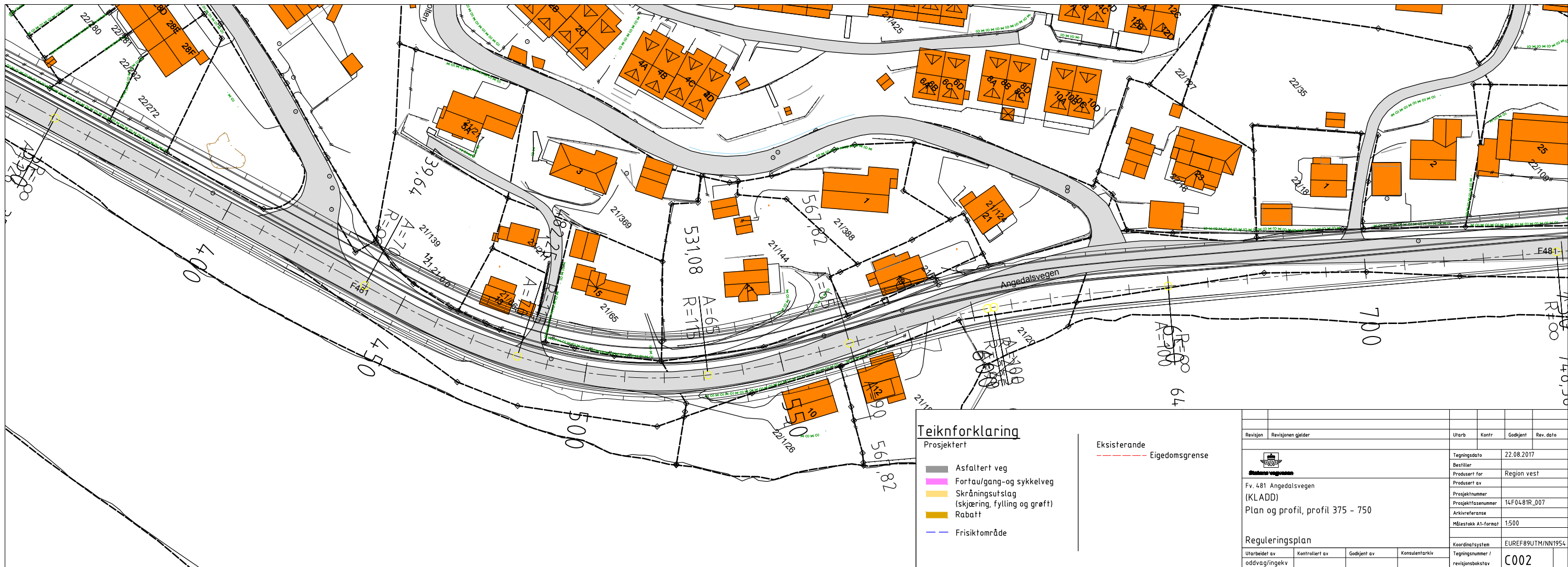
- Frisikt
- Kantstein
- Henvisning til vegmodell
- Parsellgrense
- Avkørsle
- Køyreveg/busslomme
- Gang- og sykkelveg
- Skråningsutslag (skjering, fylling og grøft)
- Bakkeplanering

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. date
 Fv. 484 Vievegen gang- og sykkelveg Tegningstype, profil 375-670		Tegningsdato 23.01.2017 Bestiller Region vest Produsert av Prosjektnummer 304836 Prosjektfase/nummer 14F0484R_003 Arkivreferanse 2014.0874.99 Målestokk A3-format 1:1000/1:200			
Reguleringsplan		Koordinatsystem Euref89 UTMzone32			
Utarbeidet av asnhel/ingekv	Kontrollert av gunmao	Godkjent av	Konsulentarkiv		
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav		C002	





PROFIL NR.375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750
HOR.KURV.	R=∞		A=70		R=-115		A=65		A=90		R=225		A=100		R=∞
BREDEDEUTV.	0,00m		0,00m		0,35m		0,35m		0,13m		0,25m		0,25m		0,00m
TVERRFALL	H.kj.b.3,0%		3,0%		3,0%		8,0%		8,0%		0,0%		8,0% 8,0%		3,0%
	V.kj.b.k.		3,0%		3,0%		8,0%		8,0%		0,0%		8,0% 8,0%		3,0%
PROFIL H.	3,85	3,86	3,87	3,88	3,89	3,94	3,97	4,02	4,07	4,13	4,19	4,28	4,36	4,46	4,58
TERRENG H.	3,55	3,66	3,76	3,88	3,89	3,94	3,97	4,02	4,07	4,13	4,19	4,28	4,36	4,46	4,58
OVERBYGN.T.	90CM														



Teiknforklaring

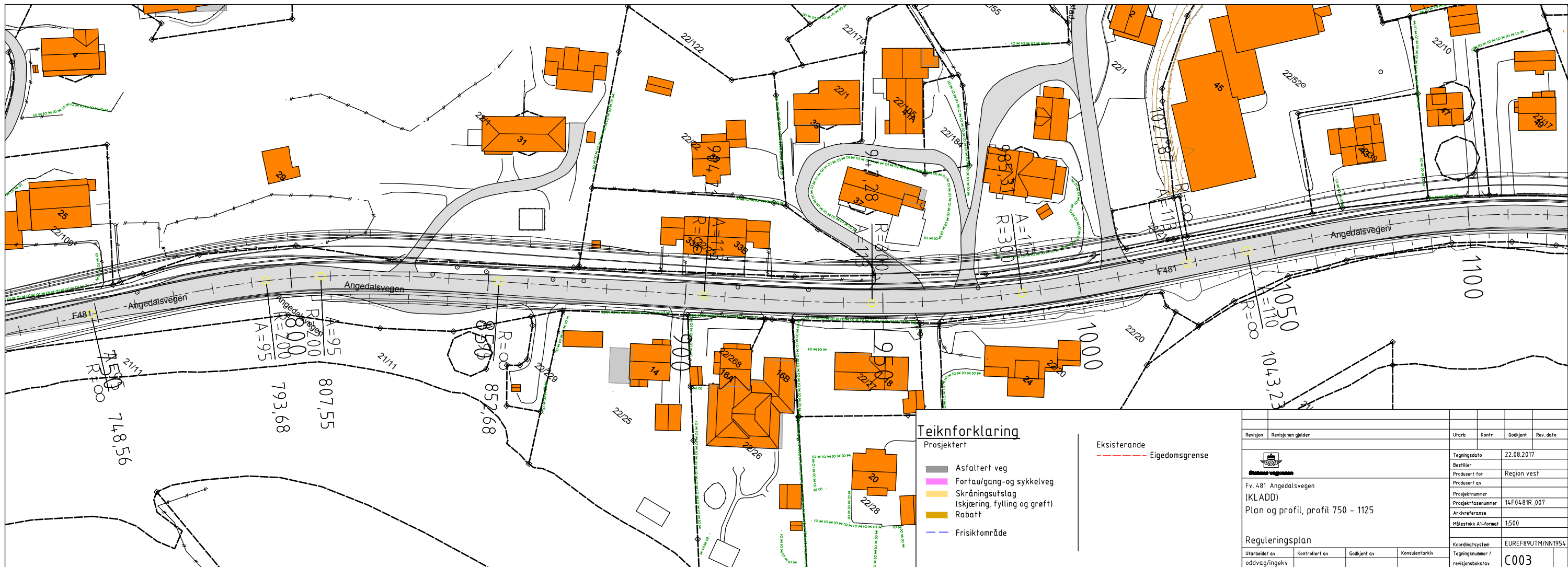
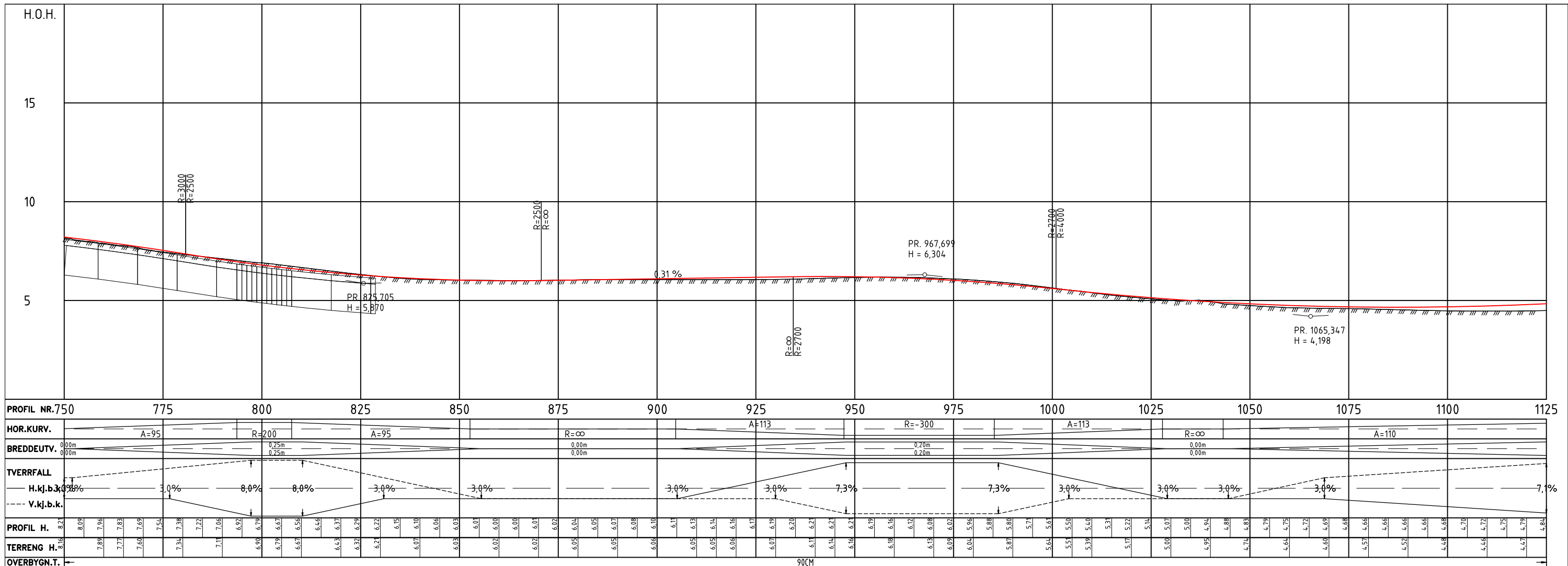
Prosjekttert

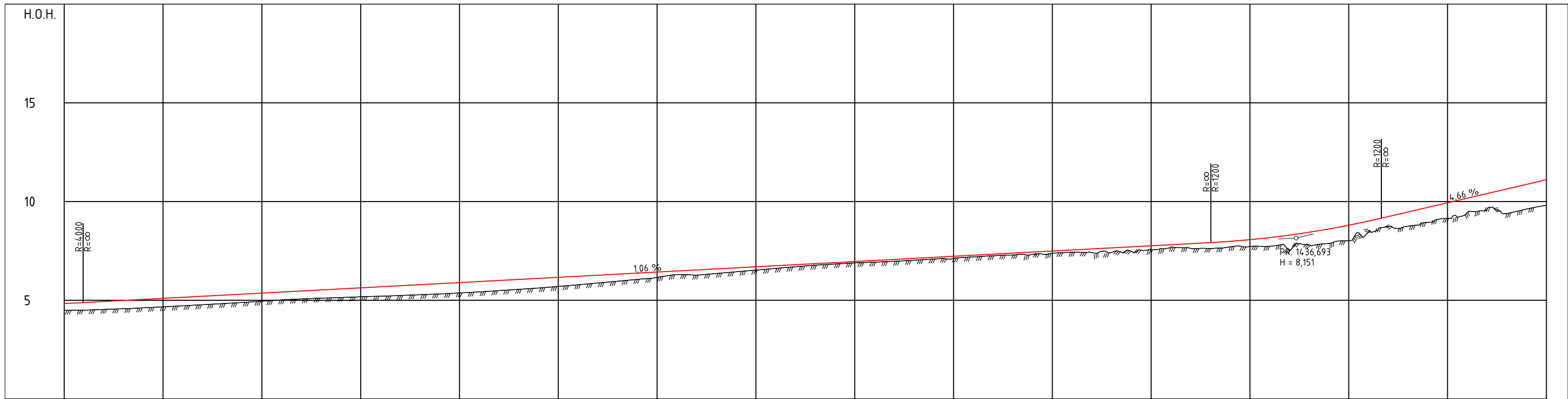
- Asfaltert veg
- Fortau/gang- og sykkelveg
- Skråningsutslag (skjæring, fylling og grøft)
- Rabatt
- Frisiktområde

Eksisterende

- Eidomsgrænse

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. date
		Tegningsdato 22.08.2017 Bestiller Region vest Produsert av Prosjektnummer 14F0481R_007 Arkivreferanse Målestokk A1-format 1:500			
Reguleringsplan		Koordinatsystem EUREF89UTM/NN1954 Utarbeidet av Kontrollert av Godkjent av Konsulentarkiv Tegningsnummer / revisjonsboksnummer C002			





PROFIL NR.1125	1150	1175	1200	1225	1250	1275	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450	1475	1500																																																																																																											
HOR.KURV.	A=110		R=130		A=75		R=∞		A=88		R=-175		A=76		A=120		R=500		A=120		R=∞																																																																																																					
BREDEDEUTV.	0,35m		0,35m		0,00m		0,00m		0,30m		0,08m		0,08m		0,15m		0,15m		0,00m		0,00m																																																																																																					
TVERRFALL	8,0%		8,0%		3,0%		3,0%		3,0%		3,0%		8,0%		8,0%		0,0%		6,2%		6,2%		3,0%																																																																																																			
PROFIL H.	4,84	4,88	4,94	4,99	5,05	5,10	5,15	5,22	5,26	5,31	5,37	5,42	5,47	5,52	5,58	5,63	5,68	5,74	5,79	5,84	5,90	5,95	6,00	6,06	6,11	6,16	6,22	6,27	6,32	6,38	6,43	6,48	6,54	6,59	6,64	6,70	6,75	6,80	6,86	6,91	6,96	7,02	7,07	7,12	7,18	7,23	7,28	7,33	7,39	7,44	7,49	7,55	7,60	7,65	7,71	7,76	7,81	7,87	7,92	7,98	8,03	8,07	8,12	8,17	8,23	8,28	8,33	8,38	8,44	8,49	8,54	8,59	8,64	8,69	8,74	8,79	8,84	8,89	8,94	8,99	9,04	9,09	9,14	9,19	9,24	9,29	9,34	9,39	9,44	9,49	9,54	9,59	9,64	9,69	9,74	9,79	9,84	9,89	9,94	9,99	10,04	10,09	10,14	10,19	10,24	10,29	10,34	10,39	10,44	10,49	10,54	10,59	10,64	10,69	10,74	10,79	10,84	10,89	10,94	10,99	11,04	11,09
TERRENG H.	4,5	4,57	4,64	4,71	4,77	4,84	4,90	4,96	5,02	5,08	5,14	5,20	5,26	5,32	5,38	5,44	5,50	5,56	5,62	5,68	5,74	5,80	5,86	5,92	5,98	6,04	6,10	6,16	6,22	6,28	6,34	6,40	6,46	6,52	6,58	6,64	6,70	6,76	6,82	6,88	6,94	7,00	7,06	7,12	7,18	7,24	7,30	7,36	7,42	7,48	7,54	7,60	7,66	7,72	7,78	7,84	7,90	7,96	8,02	8,08	8,14	8,20	8,26	8,32	8,38	8,44	8,50	8,56	8,62	8,68	8,74	8,80	8,86	8,92	8,98	9,04	9,10	9,16	9,22	9,28	9,34	9,40	9,46	9,52	9,58	9,64	9,70	9,76	9,82	9,88	9,94	10,00	10,06	10,12	10,18	10,24	10,30	10,36	10,42	10,48	10,54	10,60	10,66	10,72	10,78	10,84	10,90	10,96	11,02	11,08												
OVERBYGN.T.	90CM																																																																																																																									



Teiknforklaring

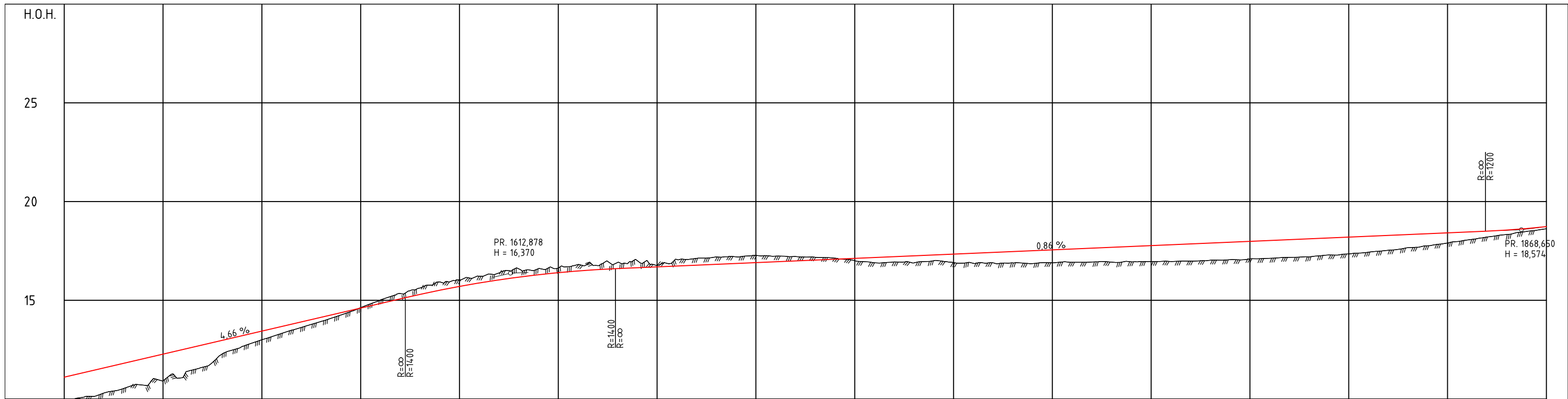
Projektert

- Asfaltert veg
- Fortau/gang- og sykkelveg
- Skråningsutslag (skjæring, fylling og grøft)
- Rabatt
- Frisiktområde

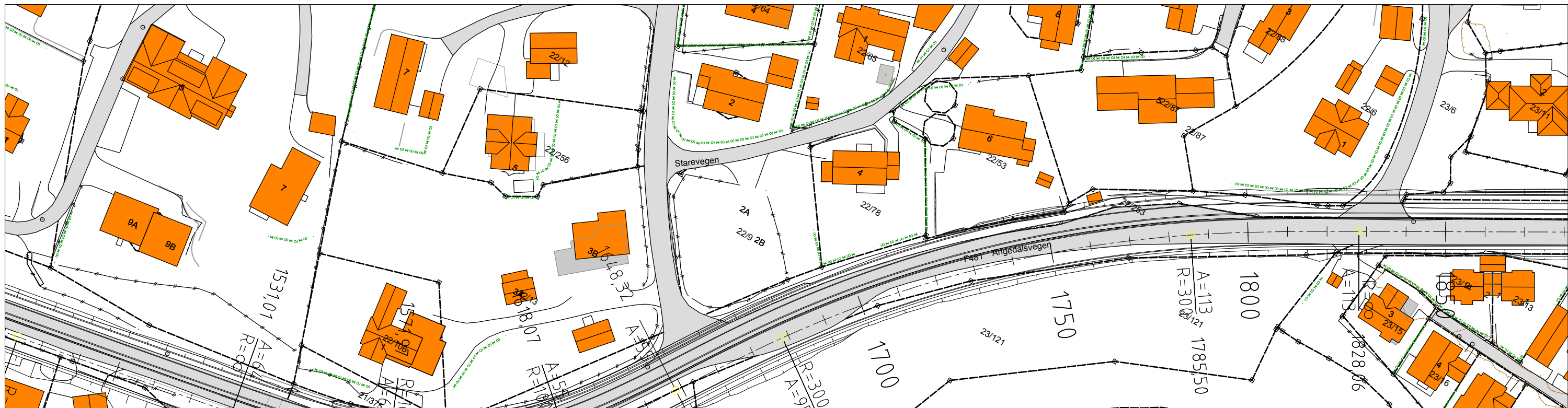
Eksisterende

- Eidomsgrense

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utdr.	Kontr.	Godkjent	Rev. date
<p>Tegningsdato: 22.08.2017</p> <p>Bestiller: Region vest</p> <p>Prosjekt for: Fv. 481 Angedalsvegen (KLADD)</p> <p>Prosjekt nummer: 14F0481R_007</p> <p>Prosjekt fase nummer: Plan og profil, profil 1125 - 1500</p> <p>Arkivreferanse: Målestokk A1-format 1:500</p> <p>Koordinatsystem: EUREF89UTM/NN1954</p> <p>Tegningsnummer / revisjonsboksstav: C004</p>					
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		



PROFIL NR	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1650	1675	1700	1725	1750	1775	1800	1825	1850	1875
HOR.KURV.	R=∞		A=64			R=-100		A=55			R=300		A=113		R=∞	
BREDEDEUTV.	0.00m		0.40m			0.40m		0.10m			0.20m		0.20m		0.00m	
TVERRFALL	3.0%		3.0%			8.0%		8.0%			7.3%		7.3%		3.0%	
PROFIL H.	11.00	11.34	11.80	12.27	12.50	12.74	12.97	13.20	13.44	13.67	13.90	14.14	14.37	14.60	14.83	15.06
TERRENG H.	10.30	10.76	11.08	11.57	11.80	12.04	12.27	12.50	12.74	12.97	13.20	13.44	13.67	13.90	14.14	14.37
OVERBYGN.T.	90CM															

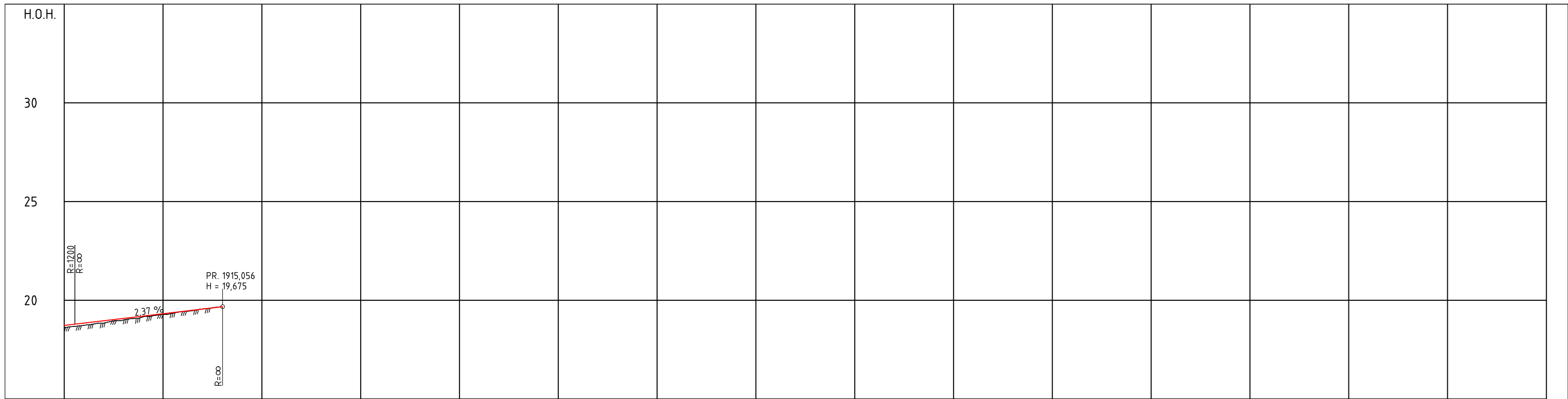


Teiknforklaring

- Projektert
- Asfaltert veg
 - Fortau/gang- og sykkelveg
 - Skråningsutslag (skjæring, fylling og grøft)
 - Rabatt
 - Frisiktområde

- Eksisterende
- Eiendomsgrense

Revisjon	Revisjons gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. date
		Tegningsdato: 22.08.2017 Bestiller: Region vest Produsert for: Region vest Produsert av: Prosjektnummer: 14F0481R_007 Prosjektfase/nummer: 14F0481R_007 Arkivreferanse: Målestokk A1-format: 1:500			
Reguleringsplan Utarbeidet av: Kontrollert av: Godkjent av: Konsulentarkiv:					
Fv. 481 Angedalsvegen (KLADD) Plan og profil, profil 1500 - 1875		Koordinatsystem: EUREF89UTM/NN1954 Tegningsnummer / revisjonsbokstav: C005			



PROFIL NR1875	1900	1925	1950	1975	2000	2025	2050	2075	2100	2125	2150	2175	2200	2225	2250	
HOR.KURV.	R=∞															
BREDEDEUTV.																
TVERRFALL																
H.kj.b.k.	3,0%															
V.kj.b.k.																
PROFIL H.	18,73	18,84	18,96	19,08	19,20	19,32	19,44	19,56	19,68							
TERRENG H.	18,73	18,84	18,96	19,08	19,20	19,32	19,44	19,56	19,68							
OVERBYGN.T.	90CM															

