

Vedlegg A

UTDYPNING AV KLIMAPROGNOSER; FRAMTIDIGE NEDBØRSSCENARIER FOR PROSJEKTOMRÅDET

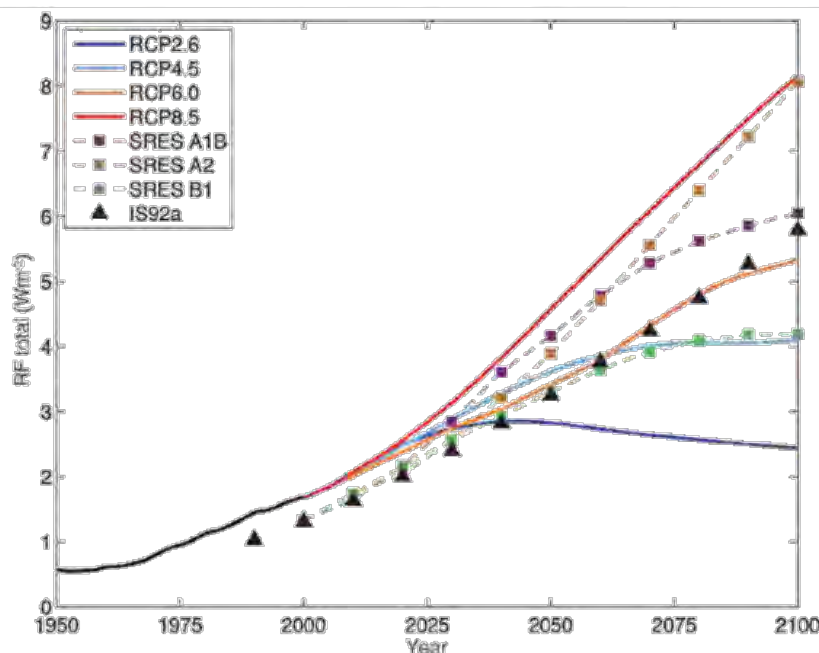
Innhold

A1	Framtidige klimaendringer	2
A2	Nedbørverdier i referanseperiodene 1961-1990 og 1971-2000	3
	A2.1 Om normal- og referanseperioder	3
	A2.2 Nedbørverdier for prosjektområdet i referanseperiodene	3
A3	Framtidige nedbørsscenarier for prosjektområdet	5
A4	Ekstremstatistikk	14
	A4.1 Ekstremstatistikk for stasjon Lardal-Hærland	14
	A4.2 Ekstremstatistikk for stasjon Hedrum	16
	A4.3 Ekstremstatistikk for stasjon Larvik	18

A1 Framtidige klimaendringer

Prognoser om framtidige klimaendringer avhenger av hvilket utslippsscenario en legger til grunn. Utslippsscenarioer framstilles som "Representative Concentration Pathways" (RCPer). Disse beskriver forskjellige scenarioer for framtidig utvikling av globale utslipp av klimagasser og aerosoler (partikler). Utviklingen av disse utslippene er i stor grad avhengig av verdens befolkningsvekst, teknologiutvikling, næringslivsutvikling og politiske rammebetingelser. I klimaforskningen regnes utslippene om til ekstra klimapådriv til atmosfæren. Tallet som er knyttet til RCPene refererer til anslått klimapådriv i året 2100 i forhold til ca. år 1765. Ved slutten av vårt århundre vil f. eks. RCP4.5 scenarioet bety en ekstra varmetilførsel på $4,5 \text{ W/m}^2$ til jord-atmosfæresystemet (Hanssen-Bauer m.fl., 2015).

RCP2.6 (mørkeblå kurve i Figur 1-1) er et lavutslippsscenario. Klimagasskonsentrasjonene i atmosfæren minker fra 2040 og er mot slutten av århundret bare litt høyere enn dagens nivå. RCP8.5 (rød kurve i Figur 1-1) er et scenario med høye klimagassutslipp. Det kalles ofte "business as usual" scenarioet, fordi økningen i klimagassutslipp i stor grad følger samme utvikling som vi har hatt de siste tiårene. Scenarioet innebærer at dagens CO_2 -utslipp tredobles innen 2100 i tillegg til en rask økning i metanutslipp. I Hanssen-Bauer m.fl. (2015) er de fleste beregninger gjort for RCP4.5 (lyseblå kurve i Figur 1-1) og RCP8.5 (rød kurve i Figur 1-1).



Figur 1-1: Historisk og framtidig klimapådriv ("total radiative forcing") i W/m^2 fra 1950 til 2100. Pådrivet er gitt i forhold til førindustriell tid. Scenarioer fra tidligere IPCC rapporter (IS92a, SRES A1B, A2 og B1) er framstilt sammen med de nye "Representative Concentration Pathways" (RCP) (Figur 1.15 fra IPCC, 2013; gjengitt som Figur 5.1.1 i Hanssen-Bauer m.fl., 2015)

A2 Nedbørverdier i referanseperiodene 1961-1990 og 1971-2000

A2.1 Om normal- og referanseperioder

Klimaet på et sted beskrives vanligvis ved hjelp av middelverdier og variasjonene rundt disse. Et vanlig begrep innen klimatologi er "normaler", som er betegnelsen på middelverdier over flere tiår. Normaler beregnes for en rekke meteorologiske og hydrologiske elementer, og de er nyttige i analyser av klimavariasjoner i tid så vel som i rom. For at man over hele verden skal kunne sammenligne middelverdier for samme periode, er det avtalt internasjonalt at middelverdier for årene 1901–30, 1931–60, 1961–90, 1991–2020 osv. skal beregnes i alle land. Disse periodene kalles "standard normalperioder". I dagens digitaliserte verden er det vanlig å beregne klimanormaler også for andre 30-årsperioder. I den nyeste utgaven av rapporten "Klima i Norge 2100" (Hanssen-Bauer m.fl., 2015) ble perioden 1971–2000 valgt som referanseperiode for å ha en nyere referanseperiode enn 1961–1990 å forholde seg til.

A2.2 Nedbørverdier for prosjektområdet i referanseperiodene

Tabell A2-1: Månedsnormaler for nedbør for referanseperioden 1961-1990 for stasjonene Lardal-Hærland, Hedrum og Larvik (eKlima)

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	77	60	68	54	75	73	91	106	120	141	114	81	1060
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	75	55	68	50	75	69	79	110	121	135	114	76	1027
30000	LARVIK	85	61	71	55	70	64	79	109	112	135	121	88	1050

Tabell A2-2: Månedsnormaler for nedbør for referanseperioden 1971-2000 for stasjonene Lardal-Hærland, Hedrum og Larvik (beregnet fra stasjonsdata fått fra MET)

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	78	56	73	53	68	76	83	94	125	139	122	85	1051
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	78	55	74	48	66	72	75	98	119	128	119	80	1012
30000	LARVIK	85	60	79	53	61	65	73	98	111	126	120	91	1022

Tabell A2-3: Månedsnormaler seNorge grid, for referanseperioden 1961-1990 (Kilde: Anita Verpe Dyrrdal v/MET basert på seNorge-grid data)

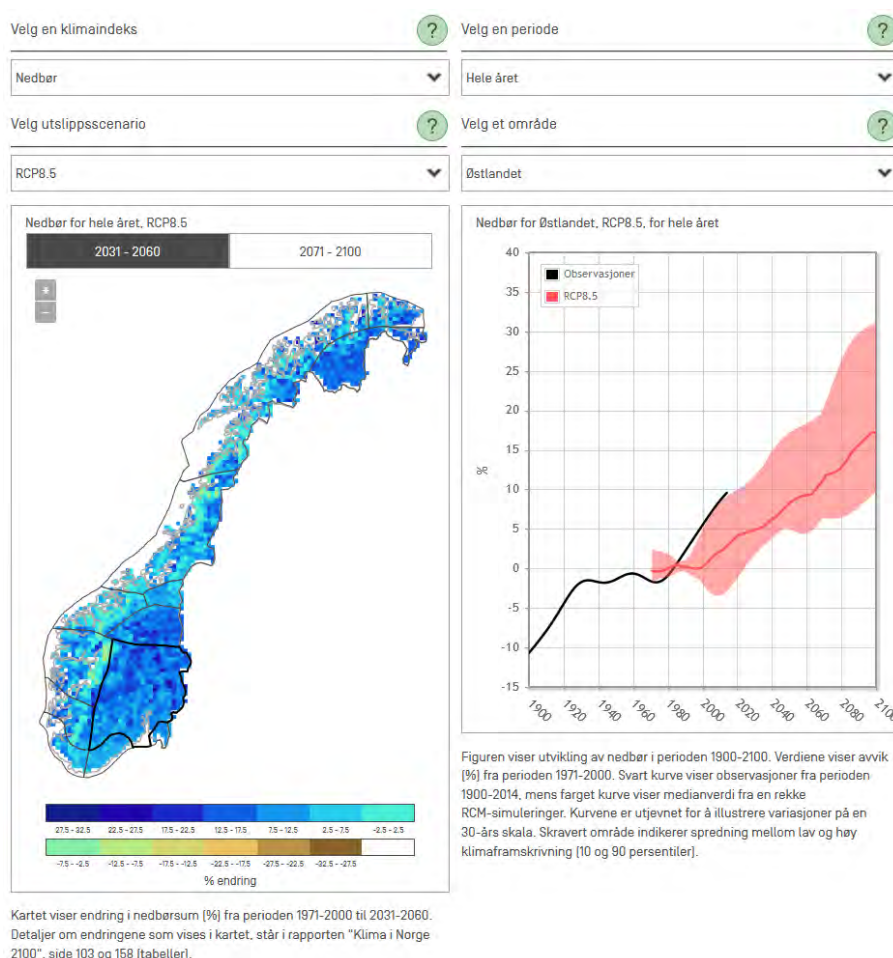
Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	74	57	67	52	73	70	87	103	114	135	108	77	1017
2	Oddbergneset	82	61	74	55	79	74	86	114	125	141	119	83	1093
3	Husvann	86	63	78	57	82	76	88	119	130	146	125	87	1137
4	Kvelde og Jordstøyp	89	65	81	58	84	78	90	123	134	149	129	89	1169
5	Gjønnes/Gjone	91	66	81	58	80	76	87	119	128	145	129	91	1151
6	Gloppe bru	103	75	88	61	74	70	83	114	115	142	132	104	1161
7	Revet	107	78	92	63	76	72	86	117	119	147	137	108	1202
8	Stavernkrysset	106	77	90	62	76	72	86	117	120	146	136	108	1196
9	Fritzøeparken	115	85	99	69	84	80	95	130	132	161	150	117	1317
10	Holmjordet	103	75	88	61	74	69	82	113	114	141	132	104	1156
11	Stavern	104	76	90	61	75	70	82	112	114	141	133	105	1163
12	Nevlungshavn	113	82	96	64	78	72	86	116	117	148	141	112	1225
13	Helgeroa	115	84	99	66	80	75	89	122	123	153	146	115	1267

Tabell A2-4: Månedsnormaler seNorge grid, for referanseperioden 1971-2000. (Kilde: Anita Verpe Dyrrdal v/MET basert på seNorge-grid data)

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	82	59	77	57	68	77	84	95	120	132	119	87	1057
2	Oddbergneset	86	61	82	55	70	78	82	103	125	135	126	88	1091
3	Husvann	89	64	85	56	72	79	83	106	128	139	131	91	1123
4	Kvelde og Jordstøyp	91	65	87	57	74	81	84	110	132	143	134	93	1151
5	Gjønnes/Gjone	93	67	88	57	70	77	82	107	127	139	133	96	1136
6	Gloppe bru	104	77	96	62	67	71	80	107	120	137	134	107	1162
7	Revet	108	80	99	63	69	74	82	110	123	141	139	110	1198
8	Stavernkrysset	107	77	97	62	69	73	82	109	123	140	138	109	1186
9	Fritzøeparken	116	85	107	69	76	81	91	120	135	154	152	120	1306
10	Holmjordet	104	78	95	61	66	71	79	105	117	135	133	106	1150
11	Stavern	105	78	96	62	67	71	78	105	117	135	133	106	1153
12	Nevlungshavn	111	82	102	64	70	74	81	110	123	141	139	111	1208
13	Helgeroa	114	85	105	66	72	77	84	114	128	147	144	115	1251

A3 Framtidige nedbørsscenarier for prosjektområdet

Framtidige forventede nedbørsendringer for Østlandet for årene 2045 og 2065 gjengitt i denne rapporten er hentet fra Norsk klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no>). Klimaframskrivninger i portalen til Norsk klimaservicesenter vises som et Norgeskart med tilhørende graf. Verdiene for spesifikke år leses ut av grafene. Figur A3-1 viser et eksempel for klimaindeks "Nedbør" for Østlandet for utslippsscenario "business as usual (RCP8.5)" – det vil si at en regner med at økningen i klimagassutslipp i stor grad kommer til å følge samme utvikling som vi har hatt de siste tiårene. Valgt framskrivningsperiode er "2031-2060", og valgt årstid/periode er "hele året".



Figur A3-1: Eksempel fra klimaservicesenter for klimaindeks "Nedbør" med utslippsscenario "business as usual" (RCP8.5), framskrivningsperioden "2031-2060", årstid/periode "hele året" og området "Østlandet" (kilde: <https://klimaservicesenter.no>). Den sorte kurven viser observasjoner fra 1900-2014, mens den røde kurven viser medianverdien beregnet fra et ensemble av ti klimaframskrivninger. Rødskravert område indikerer spredning mellom lav og høy klimaframskrivning (såkalte 10 og 90 persentiler). Dette er en enkel måte å illustrere usikkerhetsspennet i framskrivningene.

Tabell A3-1: Månedsnormaler for nedbør for tre stasjoner, framskrivninger for **2045**.

Klimaframskrivning "lav"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	79	62	69	55	77	69	86	101	114	134	109	83	1038
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	77	56	69	51	77	66	75	105	115	129	109	78	1005
30000	LARVIK	87	63	72	56	71	61	75	104	107	129	115	90	1030

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	80	58	75	54	69	72	79	89	119	132	116	87	1029
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	80	57	76	49	67	68	71	93	113	122	114	82	991
30000	LARVIK	87	62	80	54	62	61	69	93	106	120	115	93	1003

Klimaframskrivning "middels"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	89	70	79	63	87	75	94	109	126	148	119	94	1154
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	87	64	79	58	87	71	82	114	127	141	119	88	1117
30000	LARVIK	99	71	83	64	81	66	82	112	117	141	127	102	1145

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	91	65	85	62	79	78	86	97	130	146	128	99	1145
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	90	64	86	56	76	74	77	101	124	135	125	93	1102
30000	LARVIK	99	70	92	62	71	67	75	101	117	132	126	106	1116

Klimaframskrivning "høy"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	99	77	82	65	90	84	105	122	141	166	134	97	1263
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	97	71	82	60	90	80	91	127	142	159	134	91	1223
30000	LARVIK	110	79	85	66	84	74	91	126	132	159	142	106	1253

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	101	73	88	64	81	87	96	108	146	163	143	110	1260
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	100	71	89	58	79	83	86	113	139	151	140	103	1214
30000	LARVIK	110	78	95	64	73	74	84	114	131	148	141	117	1228

Tabell A3-2: Månedsnormaler for nedbør for tre stasjoner, framskrivninger for 2065.

Klimaframskrivning "lav"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	85	66	73	58	80	68	84	98	113	133	108	89	1055
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	83	61	73	54	80	64	73	102	114	128	108	84	1021
30000	LARVIK	94	67	76	59	75	59	73	101	106	128	114	97	1048

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	86	62	78	57	73	70	77	87	118	131	115	94	1047
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	85	61	79	52	70	67	69	91	112	121	113	88	1008
30000	LARVIK	93	66	84	57	65	60	68	91	105	119	114	100	1022

Klimaframskrivning "middels"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	90	70	83	66	91	75	93	108	129	151	122	95	1172
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	88	64	83	61	91	70	81	112	130	145	122	89	1136
30000	LARVIK	99	71	86	67	85	65	81	111	120	145	130	103	1164

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	91	66	89	65	82	77	85	96	134	149	131	99	1163
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	91	65	90	59	80	74	76	100	127	138	128	93	1120
30000	LARVIK	99	70	96	65	74	66	75	100	119	135	129	106	1135

Klimaframskrivning "høy"

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1961-1990

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	98	76	89	71	98	88	109	127	140	164	133	103	1296
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	95	70	89	66	98	83	95	132	141	157	133	97	1255
30000	LARVIK	108	77	93	72	92	77	95	131	130	157	141	112	1285

Framtidige månedsnormaler for nedbør basert på referanseperioden 1971-2000

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
27920	LARDAL - HÆRLAND	99	72	96	70	89	91	99	113	145	162	142	108	1285
27800	HEDRUM (v/Kvelde)	99	70	97	63	86	86	89	118	138	150	139	101	1237
30000	LARVIK	108	77	103	70	80	77	88	118	130	146	140	116	1252

Tabell A3-3: Månedsnormaler for nedbør for 13 seNorge grid lokaliteter, framskrivninger for 2045 basert på referanseperioden 1961-1990.

Klimaframskrivning "lav"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	76	58	68	53	74	67	83	98	109	129	103	79	996
2	Oddbergneset	84	63	75	56	81	70	82	108	119	134	113	85	1071
3	Husvann	88	65	80	58	84	72	84	113	124	139	119	89	1114
4	Kvelde+Jordstøyp	91	67	83	59	86	74	86	117	128	142	123	91	1145
5	Gjønnnes/Gjone	93	68	83	59	82	72	83	113	122	138	123	93	1128
6	Gloppe bru	106	77	90	62	75	67	79	108	109	135	126	107	1140
7	Revet	110	80	94	64	78	68	82	111	113	140	130	111	1181
8	Stavernkrysset	109	79	92	63	78	68	82	111	114	139	129	111	1175
9	Fritzøeparken	118	87	101	70	86	76	90	124	126	153	143	120	1293
10	Holmjordet	106	77	90	62	75	66	78	107	109	134	126	107	1136
11	Stavern	107	78	92	62	77	67	78	106	109	134	127	108	1143
12	Nevlungshavn	116	84	98	65	80	68	82	110	111	141	134	115	1204
13	Helgeroa	118	86	101	67	82	71	85	116	117	146	139	118	1245

Klimaframskrivning "middels"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	86	66	78	60	85	72	90	106	119	141	113	89	1107
2	Oddbergneset	95	71	86	64	92	76	89	118	131	148	125	96	1190
3	Husvann	100	73	91	66	95	78	91	123	136	153	131	101	1238
4	Kvelde+Jordstøyp	103	75	94	67	98	80	93	127	140	156	135	103	1273
5	Gjønnnes/Gjone	120	77	94	67	93	78	90	123	134	152	135	106	1269
6	Gloppe bru	120	87	102	71	86	72	86	118	121	149	138	121	1270
7	Revet	124	91	107	73	88	74	89	121	125	154	144	125	1315
8	Stavernkrysset	123	89	105	72	88	74	89	121	126	153	143	125	1308
9	Fritzøeparken	134	99	115	80	98	83	98	134	138	169	157	136	1440
10	Holmjordet	120	87	102	71	86	71	85	117	119	148	138	121	1265
11	Stavern	121	88	105	71	87	72	85	116	119	148	139	122	1273
12	Nevlungshavn	131	95	112	74	91	74	89	120	123	155	148	130	1341
13	Helgeroa	134	98	115	77	93	77	92	126	129	160	153	134	1387

Klimaframskrivning "høy"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	95	74	80	62	88	81	100	119	134	159	127	99	1218
2	Oddbergneset	106	79	89	66	95	85	99	132	147	166	140	107	1310
3	Husvann	111	81	94	68	98	88	102	137	153	172	147	112	1363
4	Kvelde+Jordstøyp	115	84	97	70	101	90	104	142	157	175	152	115	1401
5	Gjønnnes/Gjone	138	85	97	70	96	88	100	137	150	170	152	117	1401
6	Gloppe bru	138	97	106	73	89	81	96	132	135	167	155	134	1402
7	Revet	138	101	110	76	91	83	99	135	140	173	161	139	1446
8	Stavernkrysset	137	99	108	74	91	83	99	135	141	172	160	139	1439
9	Fritzøeparken	148	110	119	83	101	92	110	150	155	189	176	151	1584
10	Holmjordet	133	97	106	73	89	80	95	131	134	166	155	134	1391
11	Stavern	134	98	108	73	90	81	95	129	134	166	156	135	1400
12	Nevlungshavn	146	106	115	77	94	83	99	134	137	174	166	144	1475
13	Helgeroa	148	108	119	79	96	87	103	141	145	180	172	148	1525

Tabell A3-4: Månedsnormaler for nedbør for 13 seNorge grid lokaliteter, framskrivninger for 2045 basert på referanseperioden 1971-2000.

Klimaframskrivning "lav"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	84	60	79	58	69	73	80	90	114	126	113	89	1036
2	Oddbergneset	88	63	84	56	71	74	78	98	119	129	120	90	1069
3	Husvann	91	66	87	57	73	75	79	101	122	132	125	93	1101
4	Kvelde+Jordstøyp	93	67	89	58	75	77	80	105	126	136	128	95	1128
5	Gjønnnes/Gjone	95	69	90	58	71	73	78	102	121	132	127	98	1114
6	Gloppe bru	107	79	98	63	68	67	76	102	114	130	128	110	1142
7	Revet	111	82	101	64	70	70	78	105	117	134	132	113	1177
8	Stavernkrysset	110	79	99	63	70	69	78	104	117	133	131	112	1165
9	Fritzøeparken	119	87	109	70	78	77	86	114	129	147	145	123	1283
10	Holmjordet	107	80	97	62	67	67	75	100	111	129	127	109	1130
11	Stavern	108	80	98	63	68	67	74	100	111	129	127	109	1134
12	Nevlungshavn	114	84	104	65	71	70	77	105	117	134	132	114	1188
13	Helgeroa	117	87	107	67	73	73	80	108	122	140	137	118	1230

Klimaframskrivning "middels"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	95	68	89	66	79	79	87	98	126	138	125	101	1152
2	Oddbergneset	100	71	95	64	81	80	85	106	131	141	132	102	1189
3	Husvann	103	74	99	65	84	82	86	109	134	146	137	106	1224
4	Kvelde+Jordstøyp	106	75	101	66	86	84	87	114	138	150	140	108	1255
5	Gjønnnes/Gjone	121	78	102	66	81	79	85	110	133	146	139	111	1252
6	Gloppe bru	121	89	112	72	78	73	83	110	126	144	140	124	1272
7	Revet	125	93	115	73	80	76	85	114	129	148	146	128	1311
8	Stavernkrysset	124	89	113	72	80	75	85	112	129	147	145	127	1298
9	Fritzøeparken	135	99	124	80	88	84	94	124	141	161	159	139	1429
10	Holmjordet	121	91	110	71	77	73	82	108	123	141	139	123	1259
11	Stavern	122	91	112	72	78	73	80	108	123	141	139	123	1263
12	Nevlungshavn	129	95	119	74	81	76	84	114	129	148	146	129	1323
13	Helgeroa	132	99	122	77	84	79	87	118	134	154	151	134	1370

Klimaframskrivning "høy"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	106	76	92	68	82	89	97	110	141	155	140	112	1268
2	Oddbergneset	111	79	98	66	84	90	95	119	147	159	148	114	1309
3	Husvann	115	83	102	67	86	91	96	122	150	163	154	117	1348
4	Kvelde+Jordstøyp	117	84	104	68	89	94	97	127	155	168	157	120	1381
5	Gjønnnes/Gjone	139	86	106	68	84	89	95	124	149	163	156	124	1384
6	Gloppe bru	139	99	115	74	80	82	92	124	141	161	157	138	1404
7	Revet	139	103	119	76	83	85	95	127	145	166	163	142	1442
8	Stavernkrysset	138	99	116	74	83	84	95	126	145	165	162	141	1428
9	Fritzøeparken	150	110	128	83	91	94	105	139	159	181	179	155	1572
10	Holmjordet	134	101	114	73	79	82	91	121	137	159	156	137	1385
11	Stavern	135	101	115	74	80	82	90	121	137	159	156	137	1389
12	Nevlungshavn	143	106	122	77	84	85	94	127	145	166	163	143	1455
13	Helgeroa	147	110	126	79	86	89	97	132	150	173	169	148	1507

Tabell A3-5: Månedsnormaler for nedbør for 13 seNorge grid lokaliteter, framskrivninger for 2065 basert på referanseperioden 1961-1990.

Klimaframskrivning "lav"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	81	63	72	56	78	65	80	95	108	128	102	85	1012
2	Oddbergneset	90	67	79	59	85	68	80	105	118	133	112	91	1088
3	Husvann	95	69	83	61	88	70	81	110	123	138	118	96	1133
4	Kvelde+Jordstøyp	98	72	87	62	90	72	83	114	127	141	122	98	1164
5	Gjønnnes/Gjone	100	73	87	62	86	70	80	110	121	137	122	100	1148
6	Gloppe bru	113	83	94	65	79	65	77	105	109	134	125	114	1163
7	Revet	118	86	98	67	81	67	80	108	112	139	129	119	1205
8	Stavernkrysset	117	85	96	66	81	67	80	108	113	138	129	119	1198
9	Fritzøeparken	127	94	106	74	90	74	88	120	125	152	142	129	1319
10	Holmjordet	113	83	94	65	79	64	76	105	108	133	125	114	1159
11	Stavern	114	84	96	65	80	65	76	104	108	133	126	116	1166
12	Nevlungshavn	124	90	103	68	83	67	80	107	111	140	133	123	1229
13	Helgeroa	127	92	106	71	86	69	82	113	116	145	138	127	1271

Klimaframskrivning "middels"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	86	67	81	63	89	71	89	105	122	145	116	90	1125
2	Oddbergneset	96	71	90	67	96	76	88	116	134	151	128	97	1210
3	Husvann	100	74	95	69	100	78	90	121	140	157	134	102	1259
4	Kvelde+Jordstøyp	104	76	98	70	102	80	92	126	144	160	139	104	1294
5	Gjønnnes/Gjone	120	77	98	70	97	78	89	121	137	156	139	106	1289
6	Gloppe bru	120	88	107	74	90	71	85	116	124	153	142	121	1290
7	Revet	125	91	112	77	92	74	88	119	128	158	147	126	1336
8	Stavernkrysset	124	90	109	75	92	74	88	119	129	157	146	126	1329
9	Fritzøeparken	134	99	120	84	102	82	97	133	142	173	161	137	1463
10	Holmjordet	120	88	107	74	90	70	84	115	122	151	142	121	1285
11	Stavern	121	89	109	74	91	71	84	114	122	151	143	123	1293
12	Nevlungshavn	132	96	117	78	95	74	88	118	126	159	151	131	1363
13	Helgeroa	134	98	120	80	97	77	91	125	132	164	157	134	1409

Klimaframskrivning "høy"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	94	72	88	68	96	84	104	124	133	157	126	98	1244
2	Oddbergneset	104	77	97	72	103	89	103	137	146	164	139	105	1337
3	Husvann	109	80	102	75	107	91	106	143	151	170	146	110	1391
4	Kvelde+Jordstøyp	113	83	106	76	110	94	108	148	156	174	150	113	1430
5	Gjønnnes/Gjone	136	84	106	76	105	91	104	143	149	169	150	116	1429
6	Gloppe bru	136	95	115	80	97	84	100	137	134	165	154	132	1429
7	Revet	136	99	121	83	100	86	103	140	139	171	160	137	1474
8	Stavernkrysset	135	98	118	81	100	86	103	140	140	170	158	137	1467
9	Fritzøeparken	146	108	130	90	110	96	114	156	154	188	175	149	1615
10	Holmjordet	131	95	115	80	97	83	98	136	133	164	154	132	1418
11	Stavern	132	97	118	80	98	84	98	134	133	164	155	133	1427
12	Nevlungshavn	144	104	126	84	102	86	103	139	136	172	164	142	1503
13	Helgeroa	146	107	130	86	105	90	107	146	143	178	170	146	1555

Tabell A3-6: Månedsnormaler for nedbør for 13 seNorge grid lokaliteter, framskrivninger for 2065 basert på referanseperioden 1971-2000.

Klimaframskrivning "lav"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	90	65	82	61	73	71	78	88	113	125	112	96	1054
2	Oddbergneset	95	67	88	59	75	72	76	95	118	128	119	97	1088
3	Husvann	98	70	91	60	77	73	77	98	121	131	124	100	1120
4	Kvelde+Jordstøyp	100	72	93	61	79	75	78	102	125	135	127	102	1148
5	Gjønnnes/Gjone	102	74	94	61	75	71	76	99	120	131	126	106	1135
6	Gloppe bru	114	85	103	66	72	66	74	99	113	129	127	118	1166
7	Revet	119	88	106	67	74	68	76	102	116	133	131	121	1202
8	Stavernkrysset	118	85	104	66	74	68	76	101	116	132	130	120	1189
9	Fritzøeparken	128	94	114	74	81	75	84	111	128	146	144	132	1310
10	Holmjordet	114	86	102	65	71	66	73	97	111	128	126	117	1154
11	Stavern	116	86	103	66	72	66	72	97	111	128	126	117	1157
12	Nevlungshavn	122	90	109	68	75	68	75	102	116	133	131	122	1213
13	Helgeroa	125	94	112	71	77	71	78	105	121	139	136	127	1256

Klimaframskrivning "middels"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	96	69	94	69	83	79	86	97	129	142	128	102	1171
2	Oddbergheset	100	71	100	67	85	80	84	105	134	145	135	103	1209
3	Husvann	104	75	103	68	87	81	85	108	137	149	141	106	1245
4	Kvelde+Jordstøyp	106	76	106	69	90	83	86	112	142	154	144	109	1275
5	Gjønnnes/Gjone	121	78	107	69	85	79	84	109	136	149	143	112	1273
6	Gloppe bru	121	90	117	75	81	72	82	109	129	147	144	125	1293
7	Revet	126	93	120	77	84	76	84	112	132	151	149	128	1333
8	Stavernkrysset	125	90	118	75	84	75	84	111	132	150	148	127	1319
9	Fritzøeparken	135	99	130	84	92	83	93	123	145	165	163	140	1453
10	Holmjordet	121	91	115	74	80	72	81	107	126	145	143	124	1280
11	Stavern	123	91	117	75	81	72	80	107	126	145	143	124	1283
12	Nevlungshavn	130	96	124	78	85	76	83	112	132	151	149	130	1345
13	Helgeroa	133	99	128	80	87	79	86	116	137	158	155	134	1392

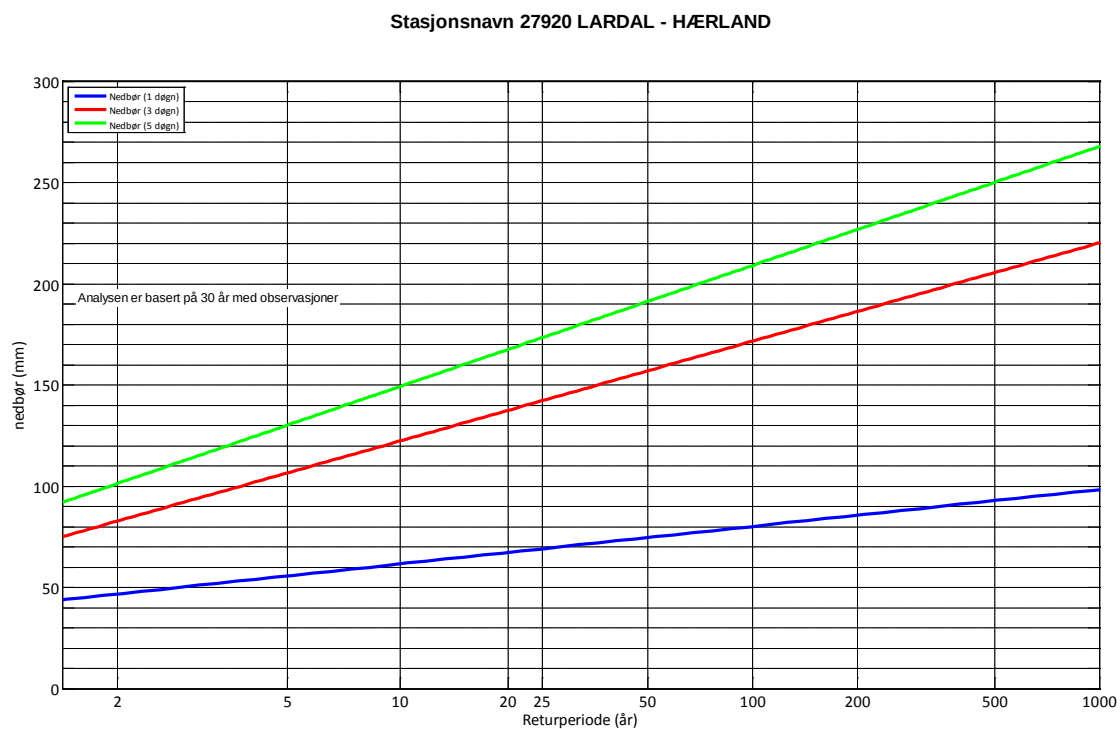
Klimaframskrivning "høy"

Lokalitetsnr.	Lokalitetsnavn	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	År
1	Hukstrøm bru	104	75	101	75	89	92	101	114	140	154	139	110	1294
2	Oddbergheset	109	77	107	72	92	94	98	124	146	157	147	112	1335
3	Husvann	113	81	111	73	94	95	100	127	149	162	153	116	1374
4	Kvelde+Jordstøyp	116	83	114	75	97	97	101	132	154	167	156	118	1408
5	Gjønnnes/Gjone	137	85	115	75	92	92	98	128	148	162	155	122	1410
6	Gloppe bru	137	98	126	81	88	85	96	128	140	160	156	136	1431
7	Revet	137	102	130	83	90	89	98	132	143	164	162	140	1470
8	Stavernkrysset	136	98	127	81	90	88	98	131	143	163	161	138	1455
9	Fritzøeparken	147	108	140	90	100	97	109	144	157	179	177	152	1602
10	Holmjordet	132	99	124	80	86	85	95	126	136	157	155	135	1411
11	Stavern	133	99	126	81	88	85	94	126	136	157	155	135	1415
12	Nevlungshavn	141	104	134	84	92	89	97	132	143	164	162	141	1483
13	Helgeroa	145	108	138	86	94	92	101	137	149	171	168	146	1535

A4 Ekstremstatistikk

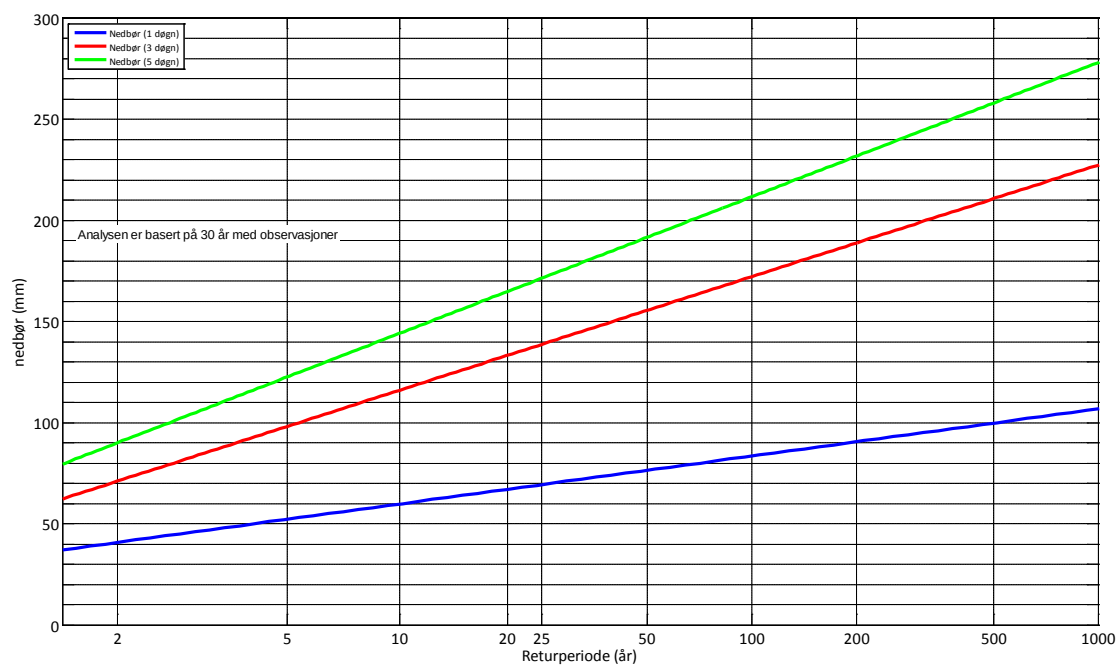
A4.1 Ekstremstatistikk for stasjon Lardal-Hærland

Hele året



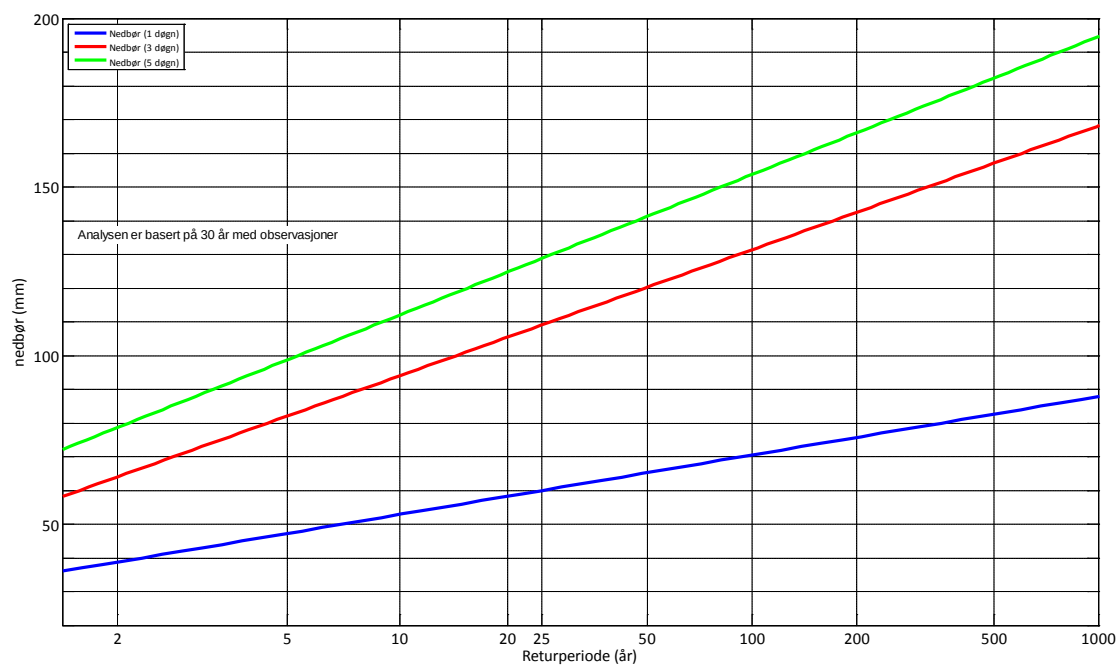
Vinter (okt-mar)

Stasjonsnavn 27920 LARDAL - HÆRLAND



Sommer (apr-sep)

Stasjonsnavn 27920 LARDAL - HÆRLAND



Ti høyeste verdier for valgt periode

Stasjonsnummer
Stasjonsnavn

27920
LARDAL - HÆRLAND

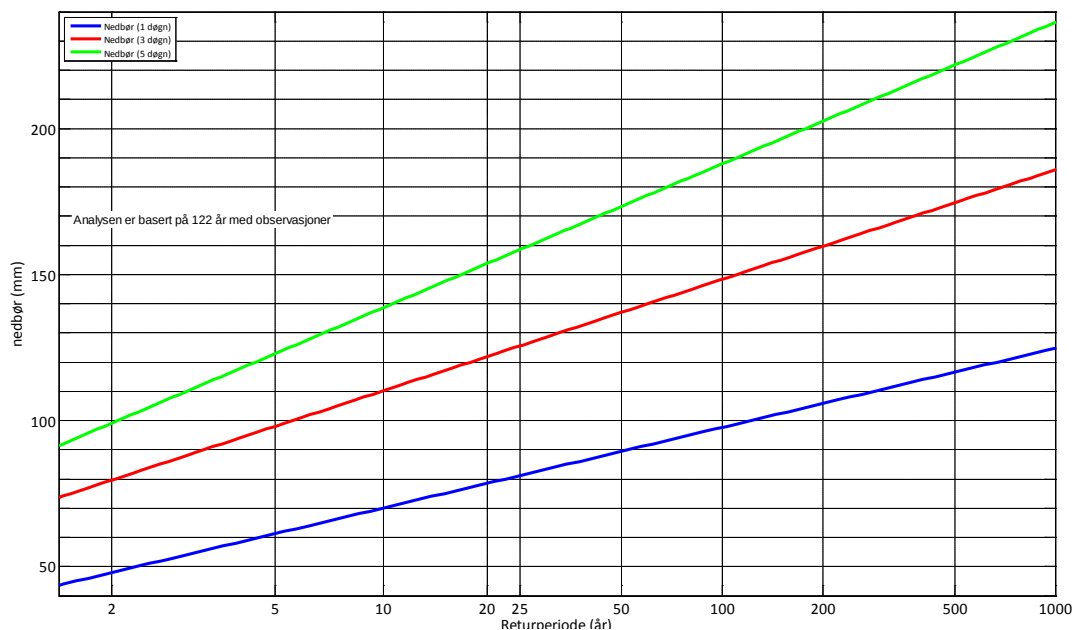
Valgt tidsrom 31/03/1973 - 20/12/2002

TA (°C)		FF (m/s)		RR1 (mm)		RR3 (mm)		RR5 (mm)		SA (cm)	
Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:
0.0	19/12/2002	0.0	19/12/2002	77.0	15/10/1976	171.6	16/10/1976	212.0	17/10/1976	140.0	11/02/1994
0.0	19/12/2002	0.0	19/12/2002	65.0	24/01/2001	154.9	15/10/1976	200.2	16/10/1976	140.0	10/02/1994
0.0	19/12/2002	0.0	19/12/2002	61.6	08/11/2000	134.1	17/10/1976	193.7	18/10/1976	140.0	25/03/1978
0.0	18/12/2002	0.0	18/12/2002	61.3	16/10/1987	131.4	11/09/1994	159.8	15/10/1976	139.0	24/03/1978
0.0	18/12/2002	0.0	18/12/2002	60.5	23/09/1973	128.0	10/11/2000	154.8	17/10/1987	138.0	12/02/1994
0.0	18/12/2002	0.0	18/12/2002	55.2	04/09/1995	121.4	25/01/2001	154.5	19/10/1976	135.0	04/03/1994
0.0	17/12/2002	0.0	17/12/2002	54.7	10/09/1994	119.7	26/01/2001	151.9	12/11/2000	135.0	26/03/1978
0.0	17/12/2002	0.0	17/12/2002	54.5	11/07/2000	118.1	17/10/1987	150.3	22/11/2000	132.0	14/02/1994
0.0	17/12/2002	0.0	17/12/2002	53.9	14/10/1976	114.3	04/11/1991	149.5	11/09/1994	132.0	13/02/1994
0.0	16/12/2002	0.0	16/12/2002	53.6	30/10/1990	113.0	10/09/1994	145.3	27/01/2001	130.0	15/02/1994

A4.2 Ekstremstatistikk for stasjon Hedrum

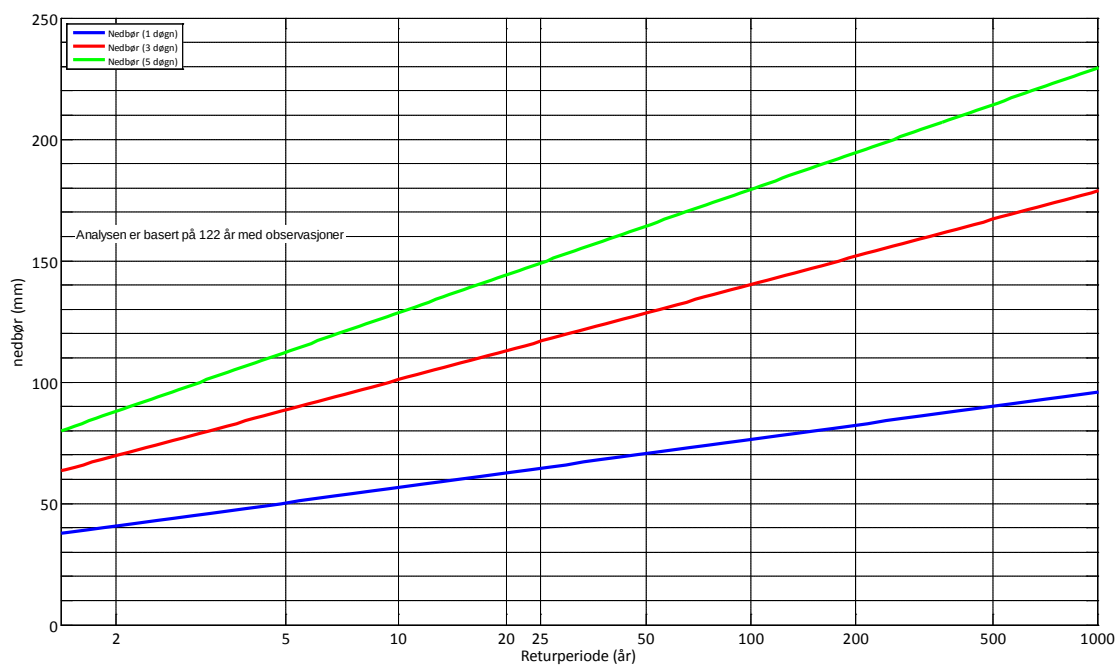
For hele året

Stasjonsnavn 27800 HEDRUM



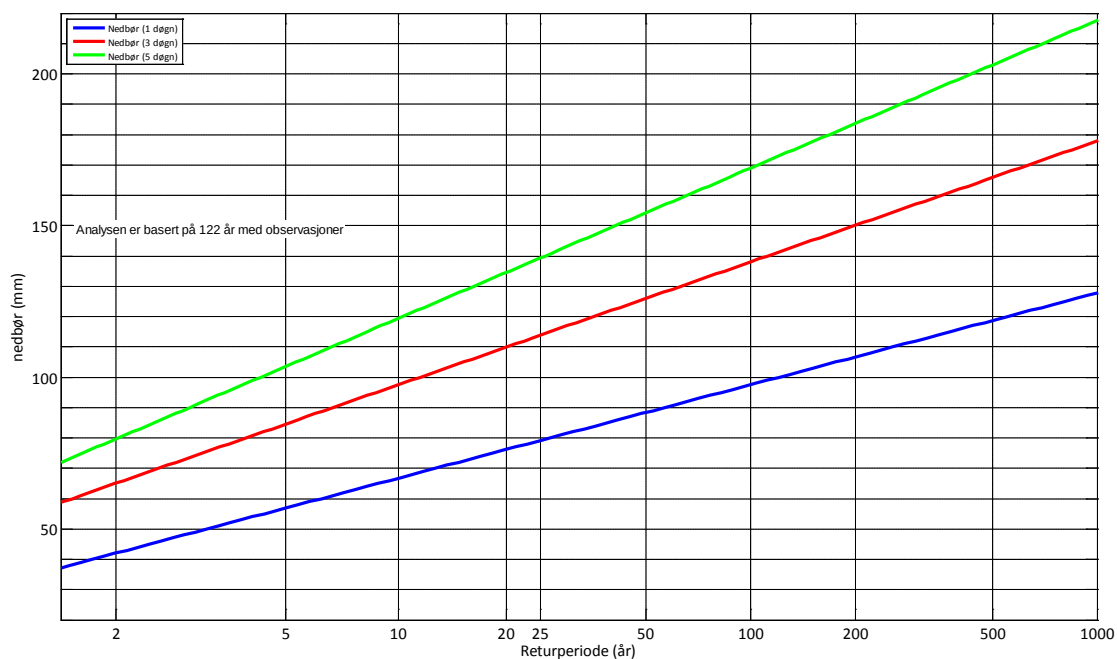
Vinter (okt-mars)

Stasjonsnavn 27800 HEDRUM



Sommer (apr-sep)

Stasjonsnavn 27800 HEDRUM



Ti høyeste verdier for valgt periode

Stasjonsnummer
Stasjonsnavn

27800
HEDRUM

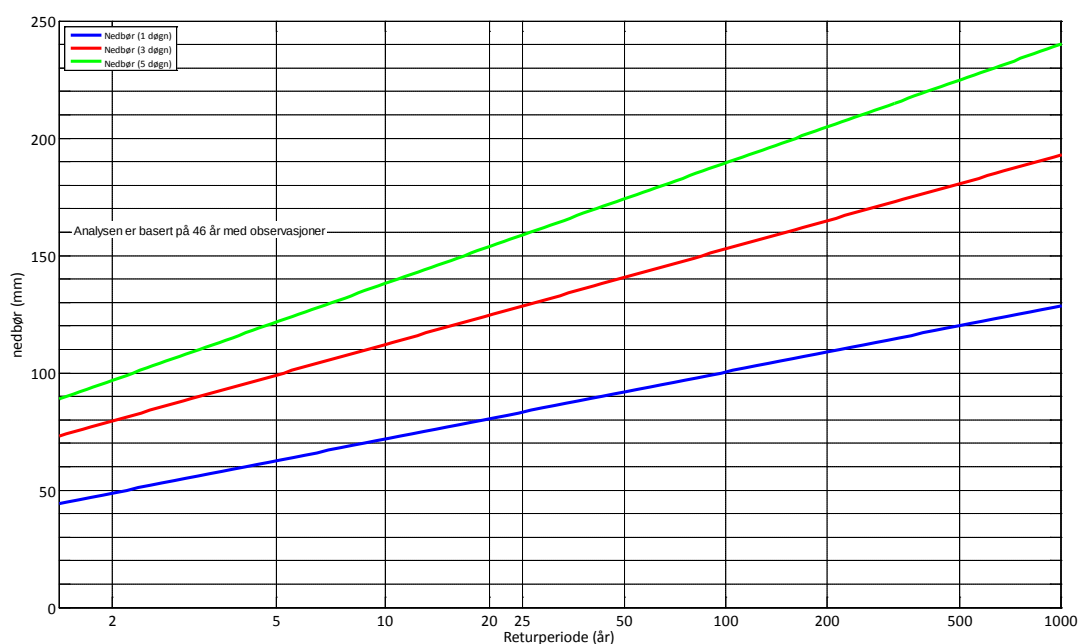
Valgt tidsrom 01/07/1895 - 16/02/2016

TA (°C)		FF (m/s)		RR1 (mm)		RR3 (mm)		RR5 (mm)		SA (cm)	
Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:
0.0	15/02/2016	0.0	15/02/2016	111.0	10/09/1905	138.0	14/08/2008	185.5	11/09/1905	180.0	01/03/1900
0.0	14/02/2016	0.0	14/02/2016	108.5	23/08/1988	136.5	16/08/2008	185.5	10/09/1905	180.0	28/02/1900
0.0	13/02/2016	0.0	13/02/2016	94.0	14/08/2008	134.5	07/10/2010	181.2	18/09/2015	180.0	27/02/1900
0.0	12/02/2016	0.0	12/02/2016	92.0	25/08/1950	133.5	15/08/2008	180.8	23/09/2015	180.0	26/02/1900
0.0	11/02/2016	0.0	11/02/2016	78.0	06/08/1985	130.5	18/09/2015	170.4	20/08/2008	178.0	03/03/1900
0.0	10/02/2016	0.0	10/02/2016	76.0	13/01/1934	128.0	05/07/2007	162.3	16/01/1934	178.0	02/03/1900
0.0	09/02/2016	0.0	09/02/2016	75.5	21/09/1930	126.9	23/08/1988	160.9	23/08/1988	172.0	04/03/1900
0.0	09/02/2016	0.0	09/02/2016	73.0	04/07/2007	124.2	24/08/1988	159.6	17/01/1934	170.0	05/03/1900
0.0	08/02/2016	0.0	08/02/2016	72.5	15/08/2011	124.0	15/01/1934	158.9	12/10/2014	165.0	06/03/1900
0.0	08/02/2016	0.0	08/02/2016	71.5	08/08/1931	124.0	11/09/1905	158.1	24/08/1988	165.0	25/02/1900

A4.3 Ekstremstatistikk for stasjon Larvik

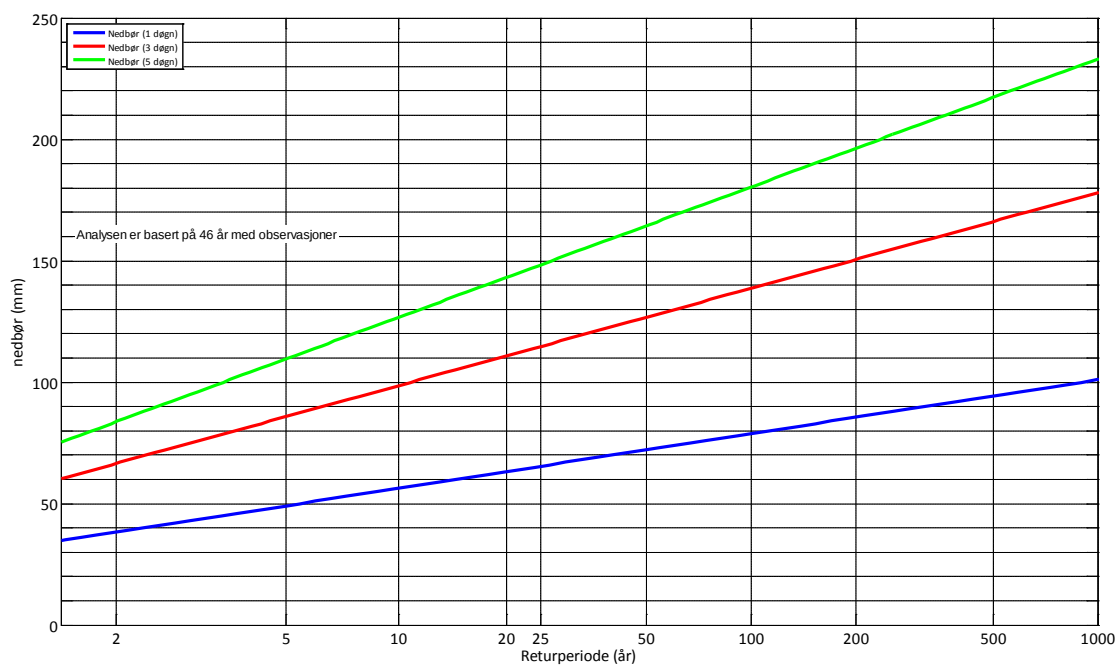
For hele året

Stasjonsnavn 30000 LARVIK



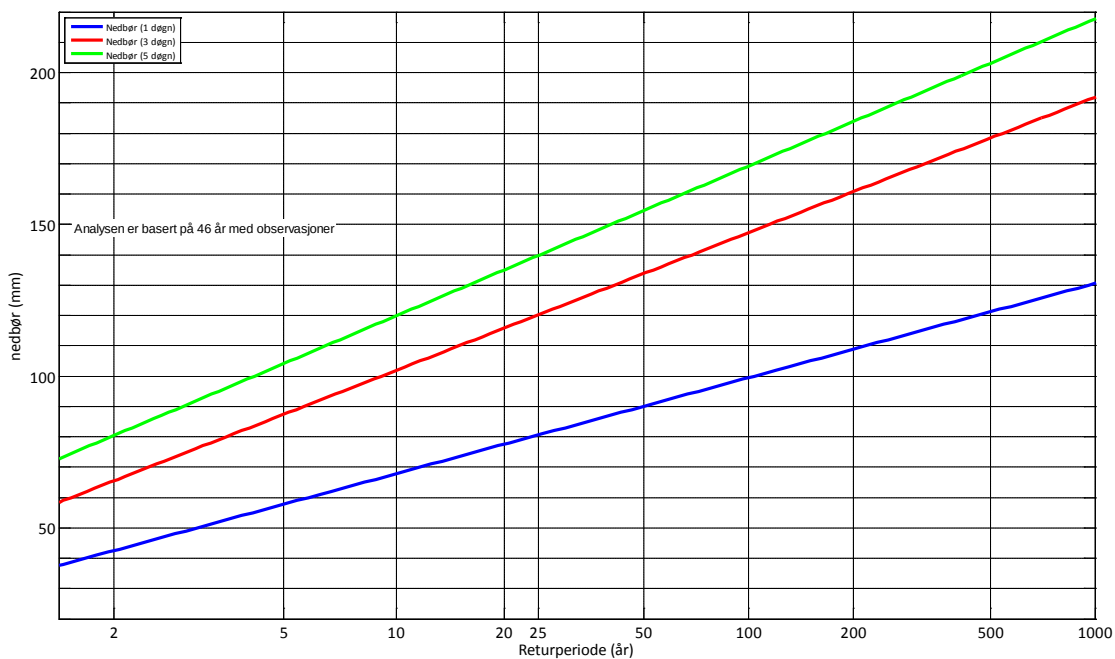
Vinter (okt-mar)

Stasjonsnavn 30000 LARVIK



Sommer (apr-sep)

Stasjonsnavn 30000 LARVIK



Ti høyeste verdier for valgt periode

Stasjonsnummer
Stasjonsnavn

30000
LARVIK

Valgt tidsrom 30/09/1971 - 16/02/2016

TA (°C)		FF (m/s)		RR1 (mm)		RR3 (mm)		RR5 (mm)		SA (cm)	
Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:	Verdi	Dato:
0.0	15/02/2016	0.0	15/02/2016	87.0	16/07/2005	137.4	16/10/1976	185.4	17/10/1976	30.0	27/03/2015
0.0	14/02/2016	0.0	14/02/2016	81.0	24/06/2003	132.5	30/08/1986	173.4	18/10/1976	18.0	26/03/2015
0.0	13/02/2016	0.0	13/02/2016	80.0	23/10/2002	123.6	14/08/2008	172.9	16/10/1976	5.0	24/02/2015
0.0	12/02/2016	0.0	12/02/2016	79.0	14/08/2008	122.1	18/09/2015	153.7	18/09/2015	2.0	30/01/2015
0.0	11/02/2016	0.0	11/02/2016	76.0	06/08/1985	121.1	17/09/2015	145.1	14/08/2008	0.0	15/02/2016
0.0	10/02/2016	0.0	10/02/2016	74.5	07/09/2011	120.0	11/09/2011	141.5	31/08/1986	0.0	14/02/2016
0.0	09/02/2016	0.0	09/02/2016	73.8	02/09/2015	119.4	15/10/1976	139.5	11/09/2011	0.0	13/02/2016
0.0	08/02/2016	0.0	08/02/2016	66.0	24/11/2014	118.0	29/08/1986	138.0	30/08/1986	0.0	12/02/2016
0.0	08/02/2016	0.0	08/02/2016	63.0	28/08/1986	109.0	07/10/2004	136.5	26/10/2002	0.0	11/02/2016
0.0	08/02/2016	0.0	08/02/2016	62.0	14/08/1994	109.0	17/10/1976	136.0	01/09/1986	0.0	10/02/2016

Vedlegg B

KLIMAPROFIL VESTFOLD

Klimaprofil Vestfold

Desember 2015



Meløstranda Camping, 2007. Foto: NRK/Yngve Tørrestad.



Meteorologisk
institutt



uni Research



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

KLIMAPROFIL VESTFOLD

Klimaprofilen gir et kortfattet sammendrag av klimaet, forventede klimaendringer og klimautfordringer i Vestfold fylke. Den er ment som kunnskapsgrunnlag og hjelpemiddel i overordnet planlegging, samt supplement til [Klimahjelperen](#) [1]. Klimaprofilen gir en oversikt over klimarelaterte problemstillinger og opplysninger om hvor en kan få mer detaljert informasjon om disse. Mye av innholdet i klimaprofilen er hentet fra «[Klima i Norge 2100](#)» [2], og har fokus på endringer frem mot slutten av århundret (2071-2100) i forhold til 1971-2000. Klimaet vil fortsette å endre seg etter 2100 dersom ikke de menneskeskapte utslippene reduseres vesentlig. I klimaprofilen beskrives forventede klimaendringer med høye klimagassutslipp fordi regjeringen i [Stortingsmeldingen om Klimatilpasning](#) [3] sier at en for å være «føre var» skal legge til grunn høye alternativer fra de nasjonale klimafremskrivningene når konsekvensene av klimaendringer vurderes. Dette tilsvarer at de globale klimagassutslippene fortsetter å øke som i de siste tiårene. «Klima i Norge 2100» inkluderer også klimafremskrivninger basert på såkalte middels og lave utslipp. Sistnevnte oppfyller 2-gradersmålet, som innebærer at temperaturøkningen relativt til 1850 holder seg under to grader globalt. Dette vil kreve drastiske utslippsreduksjoner. Selv med laveutslipp får vi et varmere og våtere klima i Norge, men endringene blir vesentlig mindre enn med høye utslipp. For samme klimagassutslipp vil ulike klimamodeller gi forskjellig resultat. I klimaprofilen beskrives gjennomsnittet fra ulike modeller. Spredningen i resultater er beskrevet nærmere i «[Klima i Norge 2100](#)».

Klimaendringene vil særlig føre til behov for tilpasning i forhold til ekstremnedbør og økte problemer med overvann; havnivåstigning og stormflo; endringer i flomforhold; og skred.

Tabell 1. Sammendrag som viser forventede endringer i Vestfold fra 1971-2000 til 2071-2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnssikkerheten.

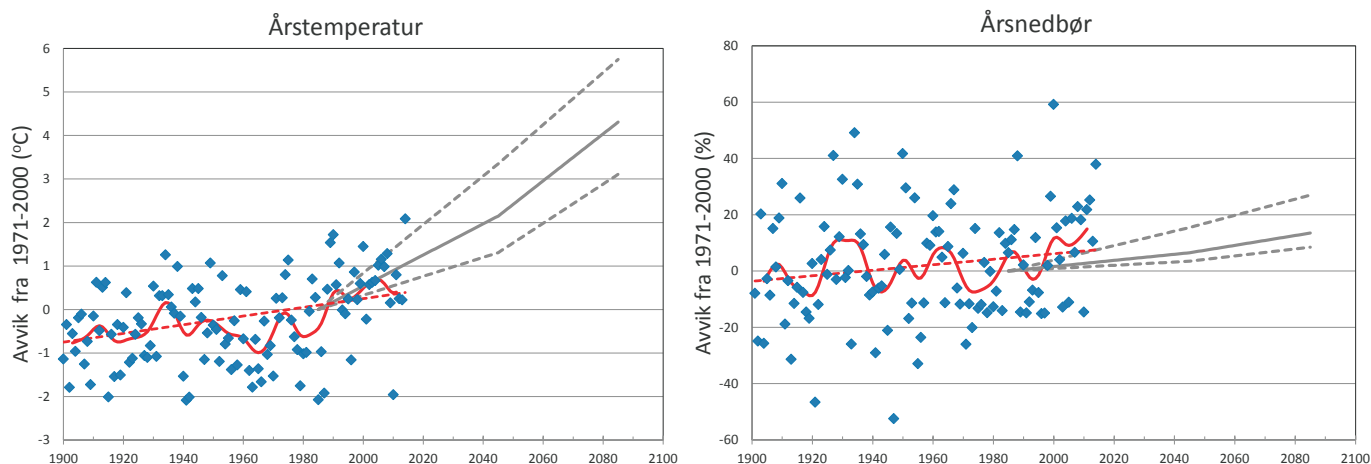
Økt sannsynlighet	Mulig økt sannsynlighet	Uendret eller mindre sannsynlighet	Usikkert
	Forklaring		
Ekstremnedbør	Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann		
Sterk vind	Liten endring.		
Regnflom	Det forventes flere og større regnflommer.		
Snøsmelteflom	Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret		
Tørke	Det forventes små endringer i total sommernedbør. Høyere temperaturer og økt fordampning kan gi økt fare for tørke i sommersesongen		
Kvikkleireskred	Økt erosjon som følge av ekstrem nedbør og økt flom i elver og bekker kan utløse flere kvikkleireskred. Vestfold er særlig utsatt for kvikkleireskred		
Steinsprang og steinskred	Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene		
Snøskred	Klimaendringene kan på kort sikt føre til økt skredfare bl. a. på grunn av regn på snødekket underlag. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta.		
Jord-, flom- og sørpeskred	Økt fare som følge av økte nedbørmengder		
Stormflo	Som følge av havnivåstigning forventes stormflonivået å øke		

1. Klimaet og klimaendringer i Vestfold

Klimaet i Vestfold kjennetegnes av milde vintre ved kysten, men kjøligere i innlandet. Sommerstid er det relativt høye temperaturer over hele fylket. Årsnedbøren er lavest ytterst på kysten, og noe høyere i indre strøk. Det forventes ikke at dette mønsteret endres vesentlig. Det beregnes at årstemperaturen i Vestfold øker med ca. 4,5 °C, og at nedbøren øker med ca. 15 % frem mot slutten av århundret sammenliknet med perioden 1971 - 2000. Nedbørintensiteten vil øke på dager med kraftig nedbør, og dager med mye nedbør kommer litt hyppigere. Både temperatur og nedbørmengde beregnes å øke mest om vinteren. Når det gjelder vind beregnes ingen store endringer, men usikkerheten er stor.

1.1 Temperatur

Gjennomsnittlig årstemperatur i Vestfold er beregnet å øke med ca. 4,5 °C. Den største temperatur-økningen (ca. 5,5 °C) beregnes for vinteren, mens sommertemperaturen er beregnet å øke med ca. 3,5 °C. Vekstsesongen vil øke med 1-2 måneder. Dager med svært lave temperaturer blir sjeldnere.



Figur 1. Historisk og beregnet fremtidig årsmiddeltemperatur og årsnedbør i Vestfold.

Figuren viser avvik i årsmiddeltemperatur (°C) og nedbør (%) fra gjennomsnittsverdi for perioden 1971-2000. For utvalgte steder i Vestfold er disse gjennomsnittsverdiene for temperatur og nedbør: Færder: 7,8 °C / 650 mm, Tønsberg, Sandefjord og Tønsberg: 6,7 °C / 900 mm, Stokke: 6,0 °C / 1150 mm og Lardal: 5,2 °C / 1050 mm

- Blå prikker viser verdier for enkeltår i perioden 1900-2014 Stiplet rød strek er observert trend, mens heltrukket rød strek viser glattede 10-års variasjoner
- Heltrukken grå strek og stiplede grå streker viser hhv. gjennomsnitt, lav og høy modellberegning for høye utslipp

1.2 Nedbør

Årsnedbøren i Vestfold er beregnet å øke med ca. 15 %. Sesongmessig fordeler dette seg slik:

- Vinter: ca. 30 %
- Vår: ca. 25 %
- Sommer: ca. 0 % (ingen vesentlig endring)
- Høst: ca. 10 %

Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider.

Dette vil stille større krav til bl.a. overvannshåndteringen i fremtiden. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med 15-20 %. For kortvarige nedbørepisoder er det indikasjoner på at økningen i intensitet kan være større enn for verdiene i løpet av ett døgn.

1.3 Vind

Klimamodellene gir liten eller ingen endring i midlere vindforhold i dette århundret, men usikkerheten i fremskrivningene for vind er stor. Det viktigste for kommuner er at kunnskap om lokale vindforhold tas med i planleggingen.

1.4 Snø

Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengdene og antall dager med snø i lavereliggende områder nær kysten. I slike områder vil snøen bli nesten borte i mange år, men det vil fortsatt være enkelte år med betydelig snøfall også her. Det vil bli flere smelteepisoder om vinteren som følge av økning i temperaturen. Snølast på tak vil neppe øke ut over det som omfattes av gjeldende standard.

2. Effekter på hydrologi

Gradvis reduserte snømengder vil gi gradvis mindre snøsmelteflommer, mens regnflommene i kystnære vassdrag i lavlandet forventes å bli større. Økt forekomst av lokal, intens nedbør øker sannsynligheten for flom i tettbygde strøk og i små elver som reagerer raskt på regn. Man må være spesielt oppmerksom på at mindre bekker og elver kan finne nye flomveier. Flomfare i et endra klima skal det tas hensyn til jf. kravene i TEK10

2.1 Flom og vannføring

Dagens forhold

Numedalslågen er Vestfolds største elv. Nedbørfeltet dekker drøyt 5 500 km² og vassdraget har sitt utspring på Hardangervidda i Buskerud og munner ut ved Larvik i Vestfold. Vassdraget er sterkt regulert med store magasiner blant annet i Tunhovdfjorden og Pålsbufjorden. I Numedalslågen er vårflommen med hovedbidrag fra snøsmelting, vanligvis årets største flom. Imidlertid kan også rene regnflommer bli svært store og gi skade. Målinger viser at Numedalslågen nedenfor reguleringene kan få stor flomvannføring forårsaket av mye regn og stort lokaltilsig. I de mindre elvene i Vestfold for øvrig, er det gjerne regnflommer om sommeren og høsten som er årets største flom. I enkelte tilfeller gir også snøsmelting et bidrag til høstflommene.

Sideelver og bekker som bryter ut av sitt normale løp kan være en viktig skadeårsak i flomsituasjoner. Skadepotensialet er spesielt stort når elva går gjennom tettsteder og byggefelt. Mange norske byggefelt er anlagt på skredvifter rundt småelver og på dalfyllinger i leirjordsområder. Skadene her skyldes ofte oversvømmelse eller erosjon/graving.

Ved NVEs målestasjoner i Numedalslågen, er det registrert flere store flomhendelser på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet. Ved målestasjonen Holmfoss i Vestfold som ble opprettet i 1970, er en regnflom i juli 2007 på drøyt 1000 m³/s, den største siden registreringene startet. Flommen gav relativt store skader, men i et historisk perspektiv var ikke denne flommen ekstrem. I september 2015 ble det målt ca. 950 m³/s ved Holmfoss. Også dette var en ren regnflom som forårsaket en del stengte veier og oversvømte jordbruksarealer.

KLIMAPROFIL VESTFOLD

I Vestfold er det flere byer og tettsteder i tillegg til mye spredt bebyggelse. Flomskadene kan derfor bli relativt store både på bebyggelse og jordbruksområder. Dessuten skaper flom ofte problemer for fremkommelighet på vegnettet.

Observerte endringer

Basert på utvalgte målestasjoner er det beregnet at vannføringen i Vestfold i perioden 1985-2014 er ca. 5 % større enn perioden 1971-2000. Vannføringen har økt i alle årstider.

Fremtidige endringer

Gjennomsnittsvannføringen over året og nedbørendringer henger sammen, men økt temperatur vil også påvirke vannføringen (påvirker både snøakkumulasjon, snøsmeltning og fordampning). I Vestfold forventes gjennomsnittlig årlig vannføring å endres lite. Derimot er det forventet endringer i sesongvannføring: vinter - økt vannføring (økt nedbør og mer vil komme som regn), vår - økt vannføring i fjellet og dermed i Numedalslågen, redusert i lavlandet (snøsmeltingen stort sett ferdig i lavlandet), sommer - redusert vannføring (økt fordampning), høst – liten endring (mer regn, men større fordampning).

Klimaendringer i form av mer intense nedbørepisoder, høyere temperatur og mer nedbør som regn forventes å endre flomregimet i Vestfold:

- Snøsmelteflommene i Numedalslågen vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret. Flere store skadeflommer i nedre del av Numedalslågen har vært rene regnflommer og etter hvert vil regnflommer dominere helt. Det anbefales derfor et klimapåslag på 20 % på flomvannføringen i Numedalslågen i Vestfold.
- Nedbøren er forventet å øke. I lavereliggende elver, inkludert sideelver til hovedløpet av Numedalslågen, hvor årets største flom i dag er en regnflom, forventes det en økning i flomstørrelsen. Dersom det utføres flomberegninger og fremstilles flomsonekart, bør en regne med en 20 % økning i flomvannføringen.
- I mindre, vassdrag (elver og bekker) som reagerer raskt, og i tettbygde strøk vil mer intens lokal nedbør skape særlige problemer. I mindre bekker og elver må man også forvente en 20 % økning i flomvannføringene og man må være spesielt oppmerksom på at mindre elver kan finne nye flomveier

Anbefalt klimapåslag på flomvannføring i alle vassdrag i Vestfold: 20%

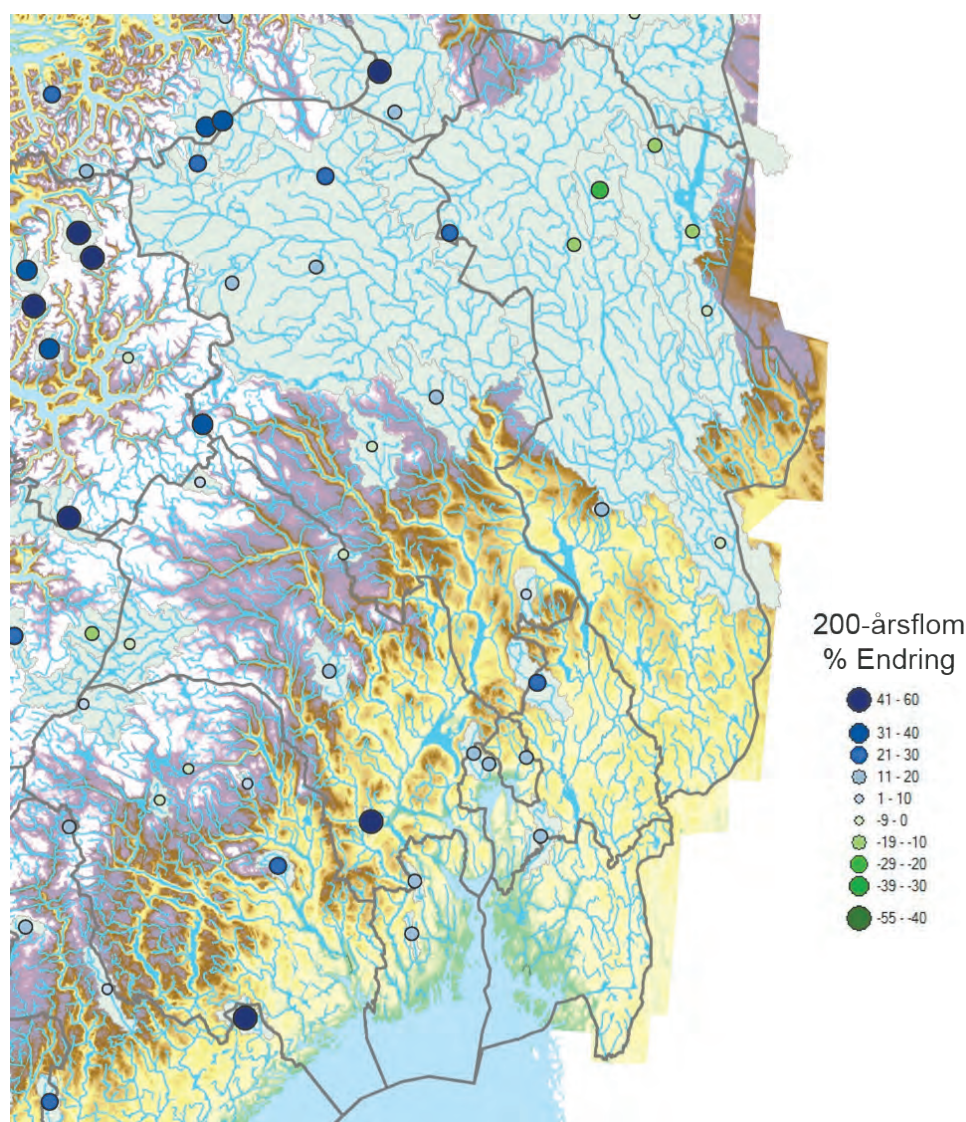
Flomfarekart i Vestfold

NVE kartlegger flomfaren langs vassdrag med størst skadepotensial. NVE har ikke utarbeidet flomfarekart (flomsonekart) for noen vassdragsstrekninger i Vestfold. For tiden arbeider NVE med en nasjonal kartleggingsplan for flomfare hvor også flomutsatte områder i Vestfold blir vurdert. Det pågår et arbeid i regi av Lardal og Larvik kommuner for å lage flomsonekart for deler av kommunene (2016).

Dersom farekart (flomsonekart) ikke finnes, gjelder anbefalingene som står i NVEs Retningslinje 2-2011 for dagens klima også for fremtiden (sone på 20 m på hver side av bekk og 50-100 m på hver side av elv - unntak store, flate elvesletter hvor sikkerhetssonen bør utvides). Kapittel 5 beskriver hvordan man kan ta hensyn til klimaendringer i arealplanleggingen.

For flom i små vassdrag har NVE laget en ny veileder «Flaumfare langs bekker» (Rettleiar 3-2015) som beskriver hvordan man kan identifisere og kartlegge flomutsatte områder langs bekker.

For alle typer elver og bekker er kunnskap om lokale forhold viktig.



Figur 2: Forventet prosentvis endring i 200-års flom fra 1971-2000 til 2071-2100 [4]

2.2 Tørke

Sommernedbøren i Vestfold forventes ikke å øke vesentlig, men lokale intense nedbørepisoder vil opptre oftere. Fordampningen forventes å øke så mye at det er sannsynlig at man kan få noe lengre perioder med liten vannføring i elvene om sommeren, lengre perioder med lav grunnvannstand og større markvannsunderskudd. Dette medfører noe økt sannsynlighet for skogbrann mot slutten av århundret og kan også gi et økt behov for jordbruksvanning.

2.3 Erosjon

Det har tidligere vært iaktatt at drenering og grøfting av landbruksområder har medført økt erosjon i nedenforliggende områder i tiden etter dreneringsarbeidet ble utført. Dette har sammenheng med at dreneringsarbeidet fører til en raskere avrenning og skarpere flomtopper.

Økt nedbør, hyppigere forekomst av intens nedbør og større flommer forventes å føre til økt jorderosjon og avrenning fra dyrket mark. Elveløpserosjonen vil også øke i små vassdrag på arealer med løsmasser.

3. Effekter på skred

Skredfaren er sterkt knyttet til lokale terrengforhold, men været er en av de viktigste utløsningsfaktorene for skred. I bratt terreng vil klimautviklingen kunne gi økt hyppighet av skred som er knyttet til regnskyll/flom og snøfall. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred, og sørpeskred. Det er derfor grunn til økt aktsomhet mot disse skredtypene. Ved utredning og kartlegging av skredfare i forbindelse med arealplanlegging og utbygging er det derfor viktig at alle typer skred vurderes nøye. Det er likevel ikke grunn til å anta at de sjeldne, svært store skredene vil bli større eller skje hyppigere. Det vil derfor ikke være noen grunn til å endre kravene til sikkerhet som er gitt i TEK 10.

3.1 Kvikkleireskred

De fleste kvikkleireskred utløses av menneskelig aktivitet eller erosjon i elver og bekker. Økt erosjon som følge av hyppigere og større flommer kan utløse flere kvikkleireskred. I Vestfold som har store kvikkleireforekomster, er det spesielt grunn til å være oppmerksom på dette. Klimautviklingen gir likevel ikke grunn til å legge til noen ekstra sikkerhetsmargin i forhold til kravene som er beskrevet i TEK 10 og NVEs Retningslinje 2-2011 for utredning av fare for kvikkleireskred.

3.2 Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred utløses ofte av økt vanntrykk i sprekksystemer i forbindelse med intens nedbør. Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil derfor kunne øke hyppigheten også av disse skredtypene, men hovedsakelig på mindre steinspranghendelser. Det er ikke forventet en vesentlig endret hyppighet eller utstrekning på de store sjeldne steinsprangene og steinskredene. Det er derfor ikke grunn til å legge til noen ekstra sikkerhetsmargin i forhold til kravene som er beskrevet i TEK 10 og NVEs Retningslinje 2-2011 for utredning av fare for steinsprang og steinskred.

3.3 Snøskred (løssnøskred, flakskred)

Klimaendringene kan på kort sikt føre til økt skredfare bl. a. på grunn av regn på snødekket underlag. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta. Det er likevel ikke grunn til å tro at det vil bli økt hyppighet eller størrelse på de store, sjeldne snøskredene. Det trengs derfor ikke noen ekstra sikkerhetsmargin i forhold til kravene som er beskrevet i TEK 10 og NVEs Retningslinje 2-2011 for utredning av fare for snøskred.

3.4 Jord-, flom- og sørpeskred

Det er grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord-, flom- og sørpeskred fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige. Sørpeskred som har høyt vanninnhold og kan gå i svært slakt terreng, vil i enkelte tilfeller kunne rekke utenfor disse aktsomhetsområdene. Kravene til sikkerhet mot jord-, flom- og sørpeskred finnes i TEK 10. For utredning av fare for jord-, flom og sørpeskred vises det til NVEs Retningslinje 2-2011.

Skredfarekart i Vestfold

Aktsomhetskart for skred i bratt terreng finnes under «Naturfare» på det [nye NVE-Atlas](#). Aktsomhetskartet viser potensielle løsne- og utløpsområder for skred. Kartene er landsdekkende og utarbeidet med bakgrunn i en landsdekkende høydemodell på 25x25 meter. Mindre skråninger med høydeforskjell mellom 20-50 meter blir ikke fanget opp i kartleggingen.

For kvikkleireskredfare brukes marin grense som det groveste aktsomhetskartet. Marin grense viser områ-

der med marine avsetninger hvor det er mulighet for kvikkleire. Store deler av Vestfold ligger under marin grense og kan dermed ha mulig fare for kvikkleireskred. Kun for enkelte områder i Tønsberg, Stokke, Sandefjord, Sande, Re, Larvik, Lardal, Horten og Holmestrand kommuner er det utført nasjonal kartlegging av kvikkleireområder som kan være skredfarlige jf. [nye NVE-Atlas](#). Kvikkleirefaresonene som er kartlagt i den nasjonale kartleggingen angir områder hvor det kan være fare for store skred, dvs. at det kan skje mindre skred også utenfor disse sonene dersom det er kvikkleire i grunnen og tilstrekkelig høydeforskjeller. I følge Plan for skredfarekartlegging, delrapport kvikkleireskred, NVE 17/2011 skal områder i følgende kommuner i Vestfold prioriteres: Tønsberg, Nøtterøy, Tjøme, Stokke, Horten og Larvik.

Plan for skredfarekartlegging har også delrapporter som identifiserer behovet for kartlegging av skred i bratt terreng. Delrapport steinsprang, steinskred og fjellskred identifiserer områder i Vestfold hvor steinsprang, steinskred og fjellskred er et problem. Kartlegging av disse områdene har lav prioritet i den nasjonale planen.

For enkelte kommuner i Vestfold finnes det også lokale faresonekart for skred i bratt terreng og kvikkleireskred, som er utarbeidet i forbindelse med tidligere plan og byggesaker. Statens Vegvesen og NSB har også utført kartlegginger av skred i bratt terreng og kvikkleireskred langs deler av vei- og jernbanenettet.

Dersom det ikke foreligger skredfarekart eller utredning av skredfaren, gjelder anbefalingene som står i NVEs Retningslinje 2-2011 for utredning av skredfare. Kapittel 5 beskriver hvordan man kan ta hensyn til klimaendringer i arealplanleggingen.

4. Havnivå, stormflo og bølgepåvirkning

Havnivåstigningen kan føre til at stormflo og bølger strekker seg lenger inn på land, enn hva som er tilfelle i dag. I Vestfold er det mye bebyggelse langs kysten. Havnivåstigning kan føre til skader på bebyggelse og infrastruktur på grunn av stormflo og oversvømmelse i områder hvor en i dag ikke har registrert skader.

I rapporten «[Sea Level Change for Norway](#)» [5] oppgis forventet havnivåstigning, hvor det er tatt hensyn til landhevning, for alle kommuner i Vestfold. Med høye utslipp ventes en stigning på 30-38 cm mot slutten av århundret. Anbefalte klimapåslag på 200-års stormflonivå er under utarbeidelse. I tillegg må det gjøres egne vurderinger for bølge- og vindoppstuvning

5. Overvann

Som en konsekvens av at episoder med kraftig nedbør ventes å øke vesentlig både i intensitet og hyppighet, se avsnitt 1.2 om nedbør, kan utfordringene med overvann bli større enn i dag. I Vestfold, hvor store deler av befolkningen er konsentrert langs kysten og i byer med stort arealpress, er det derfor særlig viktig å integrere dette hensynet i overvannsplanleggingen. Norsk Vann har utgitt en [veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering](#).

Litteratur:

- [1] DSB TEMA/Klimahjelperen – En veileder i hvordan ivareta samfunnssikkerhet og klimatilpasning i planlegging etter plan- og bygningsloven - <http://www.dsb.no/no/toppmeny/Publikasjoner/2015>
- [2] Hanssen-Bauer, I., E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg, B. Ådlandsvik (Red.) (2015) Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015 – <https://klimaservicesenter.no>
- [3] Meld.St.33 (2012-2013) Klimatilpasning i Norge – <https://www.regjeringen.no>
- [4] Lawrence, D. (2015). Flom i et fremtidig klima. NVE Rapport (under utarbeidelse)
- [5] Simpson, M.J.R., J.E.Ø. Nilsen, O.R. Ravndal, K. Breili, H. Sande, H.P. Kierulf, H. Steffen, E. Jansen, M. Carson, O. Vestøl (2015) Sea Level Change for Norway, NCCS report no. 1/2015 - <https://klimaservicesenter.no/>

Vedlegg C

KARTLEGGINGSSKJEMAER

TEMA

Klimahjelperen

En veileder i hvordan ivareta
samfunnssikkerhet og klimatilpasning
i planlegging etter plan- og
bygningsloven



Utgitt av: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2015

Omslagsfoto: Ronald Johansen/ITroms

ISBN: 978-82-7768-353-9

Grafisk produksjon: Erik Tanche Nilssen AS, Skien



VEDLEGG 3: KARTLEGGINGSSKJEMAER

Om kartleggings skjemaene

Skjemaene ble laget i oppstarten av «Klimaprojekt Troms» som en måte for prosjektgruppa å få en oversikt over hvilke klimautfordringer kommunene står overfor. Prosessen var grundig og alle deltakerne i prosjektet deltok med å fylle inn informasjon og erfaringer fra eget arbeid. Vi mener at fordi prosjektgruppen hadde kompetanse og erfaring fra forskning, forvaltning, regionalt og lokalt arbeid med klimatilpasning, bidro det til at skjemaene gir mye nyttig informasjon på mange ulike områder. Kartleggingsprosessen dannet også et viktig grunnlag for det videre arbeidet i prosjektet, blant annet utarbeidelsen av Klimahjelperen, Klimaprofil Troms og NVEs bestillerskjema.

Kartleggingen gir oversikt over hvilke klimautfordringer som kommunene må ta hensyn til i sitt arbeid med samfunnssikkerhet, som skred (alle typer skred), flom, overvann og havnivå. For hver av disse temaene er det laget en oversikt over:

- Aktuelt lovverk
- Klima (nåtid/projeksjon) – hva finnes, hva finnes ikke?
- Utviklingsbehov (basert på kommunenes ønsker og behov avdekket av forvaltning og forskning)
- Oppfølging i plan (arealdel og reguleringsplan)
- Hva er under utvikling (forskning og forvaltning)
- Hva finnes av tilgjengelig informasjon (retningslinjer, veiledere, data m.m.)

Under hvert punkt er det lagt inn lenker direkte til relevant informasjon. En slik detaljert kartlegging er ikke gjort før i Norge.

Viktige funn

Gjennom kartleggingen fant vi at det er mye tilgjengelig informasjon, bare man får samlet den, men også at det er flere huller i eksisterende kunnskap. Dette gjelder både innenfor forskning og forvaltning. For eksempel ble det tydelig at det er et stort sprik mellom kommunenes forventninger og behov og hva klimaforskningen faktisk kan levere.

I gjennomgangen fant prosjektet også at kommunene ikke trenger klimaframskrivninger for alle deler av planleggingen – dagens kunnskap er i mange tilfeller tilstrekkelig.

Hvordan kan skjemaene brukes?

I utgangspunktet ble kartleggingen gjennomført for Troms fylke, men skjemaet som ligger som vedlegg til Klimahjelperen, er bearbeidet slik at det kan brukes av alle kommuner i Norge.

Skjemaene tar for seg en rekke naturhendelser som kommunene kan oppleve som utfordringer i sin egen arealplanlegging. I skjemaene er det samlet den informasjonen prosjektet har funnet på de ulike områdene, og lenket til der informasjonen finnes.

Prosjektet håper at oversikten over hva som finnes, og ikke minst hva som ikke finnes, vil være en nyttig kunnskapsbank for kommuner i arbeid med arealplanlegging, i ulike kartleggings- og utredningsoppgaver.

PLANNIVÅ: KOMMUNEPLANENS AREALDEL OG OMRÅDEREGULERING DER DET ER KRAV OM SENERE DETALJREGULERING)

	SNØSKRED	JORDSKRED/FLOMSKRED/ SØRPESKRED	STEINSPRANG
Lovverk	Overordnet arealbruk innenfor aktsomhetsområder for naturfare vurderes jf. <u>PBL</u> . Bestemmelsene til arealplan og områderegulering (med krav om detaljregulering) vil styre hvordan f.eks. krav om sikker byggegrunn og kravene i <u>TEK 10, § 7 - 3</u> vil kunne ivaretas på siste plannivå.	Se snøskred.	Se snøskred.
Klima (nåtid/prosjeksjon)	Dekkes av dagens aktsomhetskart.	Dekkes av dagens aktsomhetskart for jord- og flomskred.	Dekkes ved bruk av dagens aktsomhetskart for steinsprang (NVE).
Utviklingsbehov	Faresonekart for tett befolkede områder innenfor aktsomhetsområdet. Kartene kan da brukes både til areal- og reguleringsplan. Enklere fakta-ark (nettbasert) for ulike plannivåer ønskelig.	Se snøskred.	Se snøskred.
Oppfølging i arealplanlegging	Faresonekartlegging er nødvendig der hvor aktsomhetskart viser potensiell skredfare. Reell fare kartlegges på siste plannivå. Bruk av faresonekart hvor dette eksisterer. Det er viktig å bruke kunnskap om lokale forhold/erfaring i tillegg til temakart. Veiledning for bestilling av faresonekartlegging ligger som vedlegg til denne rapporten, jf. også krav til bestillerkompetanse i NVEs retningslinjer 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplanar, kap 7.3.	Faresonekartlegging er nødvendig der hvor aktsomhetskart viser potensiell skredfare. Reell fare kartlegges på siste plannivå. Tiltak langs vassdrag og på skredvifter må vurderes spesielt ved utarbeidelse av reguleringsplaner og ved andre tiltak. NVE har utarbeidet et faktaark som er ment å øke kunnskapsnivået og fungere som en veileder for planleggere, jf. <u>faktaark 2-2013 Identifisering av skredvifter</u> . Veiledning for bestilling av faresonekartlegging ligger som vedlegg til denne rapporten, jf. også krav til bestillerkompetanse i NVEs retningslinjer 2/2011 – Flaum- og skredfare i arealplanar, kap 7.3.	Faresonekartlegging er nødvendig der hvor aktsomhetskart viser potensiell skredfare. Reell fare kartlegges på siste plannivå. Veiledning for bestilling av faresonekartlegging ligger vedlagt i denne rapporten, jf. også krav til bestillerkompetanse i NVEs retningslinjer 2/2011 – Flaum- og skredfare i arealplanar, kap 7.3.

	SNØSKRED FORTS.	JORDSKRED/FLOMSKRED/ SØRPESKRED FORTS.	STEINSPRANG FORTS.
Under utvikling	Ikke avdekket	Ikke avdekket	Ikke avdekket
Tilgjengelig informasjon	Aktsomhetskart for snø- og steinsprang fra NGI (i de områder denne ikke finnes, brukes NVEs kart for snøskred). Se <u>NVE Atlas</u>. Kunnskap om lokale forhold/erfaring <u>NVE s retningslinjer 2/2011, "Flaum og skredfare i arealplanar"</u> og sikkerhetskravene i TEK 10, vil gi en tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred i Troms.	<u>Aktsomhetskart NVE Atlas</u> for: 1. Snø- og steinsprang fra NGI (i de områder dette ikke finnes brukes NVEs kart for snøskred). 2. Jord- og flomskred. <u>Faktaark om identifisering av skredvifter</u> (kanalisert jordskred, flom og sørpeskred). <u>NVE s retningslinjer 2/2011, "Flaum og skredfare i arealplanar"</u> og sikkerhetskravene i TEK 10, vil gi en tilstrekkelig sikkerhet mot disse skredtypene. Veileder: <u>NVE 8/2014 "Sikkerhet mot skred i bratt terreng"</u>. Veiledning til bestilling av skredkartlegging ligger som vedlegg til Klimahjelpen.	Aktsomhetskart for steinsprang – se <u>NVE Atlas</u>. <u>NVE s retningslinjer 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar</u> og sikkerhetskravene i TEK 10, vil gi en tilstrekkelig sikkerhet mot disse skredtypene. Veileder: NVE 8/2014 <u>"Sikkerhet mot skred i bratt terreng"</u>. Veiledning til bestilling av skredkartlegging ligger som vedlegg til Klimahjelpen.

	FLOM	HAVNIVÅSTIGNING, STORMFLO OG BØLGEPÅVIRKNING	OVERVANN
Loverk	<u>TEK 10: § 7-2 og sikkerhetsklassene 1/20, 1/200 og 1/1000.</u>	Overordnet arealbruk innenfor aktsomhetsområder vurderes jf. <u>PBLs krav om sikker byggegrunn.</u> <u>TEK 10: § 7-2 og sikkerhetsklassene 1/20, 1/200 og 1/1000.</u> <u>gjelder også for stormflo.</u>	<u>Plan og bygningsloven.</u> <u>Vannressursloven § 7.</u> <u>Forurensningsloven, § 24 A.</u>
Klima (nåtid/prosjeksjon)	I kystnære vassdrag hvor årets største flom i dag er regnflom, forventes større flommer i framtiden. NVE har beregnet hvor stor økning som er forventet i ulike deler av landet og anbefaler å legge til minimum 20 % på flomvannføringen. Enkelte steder bør 40 % legges til. I alle små vassdrag som reagerer raskt på nedbør forventes også en økning, og det legges til 20 %. Dersom farekart (flomsonekart) ikke finnes, gjelder anbefalinger i Retningslinje 2-2011 for dagens klima også for fremtiden (sone på 20 m på hver side av bekk og 50-100 m på hver side av elv – unntak store, flate elvesletter). Flomfaren må her utredes og terrenget har avgjørende betydning i tillegg til bufferavstanden. Her må også kunnskap om lokale forhold inn samt en vurdering av NVE.	<u>Estimater for havnivåstigning og stormflo for alle landets kystkommuner</u> Kommunene bør også ta hensyn til erfaringer og lokalkunnskap i planlegging (bølge/vind justeres inn), men dette er komplisert på grunn av lite kunnskap om vind. Kunnskap om lokale forhold kan være viktig. MET kan evt bidra med data om vind.	Lite data på kortidsnedbør (med mindre kommunen selv har fått utredet dette). <u>I Klima i Norge 2100</u> finnes oversikt over endring i % i antall dager med mye nedbør og endring i % i nedbørmengde på dager med mye nedbør (sammenlignet periodene 1961-1990 med 2071-2100) for hver nedbørregion (side 93-94). Kommunen kan etablere samarbeid med MET om overføring og bearbeiding av data fra lokale nedbørmålere (kommunen må selv bekoste nedbørmålerne).
Utviklingsbehov	Aktsomhetskart med et bedre høydegrunnlag (laserskanning ønskelig). Detaljert terrengmodell (10x10m). Faktaark for identifisering av små vassdrag som ikke er kartlagt av NVE. Slike små vassdrag kan finne nye veier/bekkeløp osv. Kommunene må selv betale for en egen detaljkartlegging for å identifisere disse i reguleringsplan.	Behov for nasjonal myndighet som har anledning til å sette krav og utarbeide retningslinjer for hvordan dette arbeidet skal gjennomføres lokalt/regionalt.	Estimater for økt nedbør i fylker/kommuner nødvendig (forskning). Spesielt behov for bedre data på kortidsnedbør. Venter på Lovutvalgets utredning.

	FLOM FORTS.	HAVNIVÅSTIGNING, STORMFLO OG BØLGEPÅVIRKNING FORTS.	OVERVANN FORTS.
Oppfølging i arealdelen	Kommunen må selv sjekke om det finnes informasjon om problempunkter i kommunen og større flomhendelser som har inntruffet. Dersom farekart (flomsonekart) ikke finnes, gjelder anbefalinger i NVEs Retningslinje 2-2011 for dagens klima også for fremtiden (sone på 20 m på hver side av bekk og 50–100 m på hver side av elv – unntak store, flate elvesletter hvor sikkerhetssonen bør utvides). Flomfaren må utredes og terrenget har avgjørende betydning i tillegg til bufferavstanden. Her må også kunnskap om lokale forhold inn, samt en vurdering av NVE.	Kommunene bør utforme bestemmelser for kotehøyde knyttet til bygging i kommuneplanens arealdel. Bestemmelsene skal basere seg på <u>tilgjengelige tall for havnivåstigning og stormflo</u>. <u>Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging</u> (revidert mars 2015 med eksempler på utregning av sikkerhetsklasser for stormflo). Rapport: <u>Kommunenes arbeid med stormflo og framtidig havnivåstigning</u> (eksempler på hvordan havnivåstigning er ivarettatt i planlegging, DSB mars 2015). Kommunene bør også utarbeide et temakart som viser de sårbare områdene basert på aktuell kotehøyde.	Kommunene bør utforme bestemmelser knyttet til håndtering av overvann i kommuneplanens arealdel (overvann skal håndteres lokalt på overflaten). Kartlegge sårbare områder i forbindelse med areal-ROS/konsekvensutredning. Kommunene bør kartlegge flomveier, skaffe seg god oversikt over ledningsnett, stikkrenner, bekkelukninger, kulverter m.m. Hvis kommunen har en overvannsstrategi/temaplan for VA, bør dette innarbeides i kommuneplanens arealdel. Dette vil gi et godt grunnlag for å ivareta hensynet til god overvannshåndtering i forbindelse med reguleringsplaner og i enkeltvedtak i byggesaker. Viktig med gode samarbeidsrutiner mellom VA og plan.
Under utvikling	Faresonekartleggingsplan fra NVE underveis (vassdragsstrekningene med størst skadepotensial – behov kan meldes inn av kommunene).	Nye havnivåstigningstall vil komme ila 2015 ifm den nye rapporten fra FNs klimapanel.	Prosjeksjoner for maksimal og forventet maksimale estimer for økt nedbør for historisk og nåtidsklima under utvikling. Lovutvalg som skal se på gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer. Skal være ferdig innen 1. desember 2015 (se under lovverk over).

VEDLEGG

	FLOM FORTS.	HAVNIVÅSTIGNING, STORMFLO OG BØLGE PÅVIRKNING FORTS.	OVERVANN FORTS.
Tilgjengelig informasjon	Aktsomhetskart – ikke offentliggjort grunnet at det er for grovt og vanskelig å anvende. For tilgang til kartet, kontakt NVE. <u>Retningslinjer 2-2011 fra NVE:</u> der det ikke finnes faresonekart (flomsonekart) – anbefalinger om hvordan vurdere flomfare på veldig flatt terreng. <u>Report 5-2011 om flom i et fremtidig klima</u> (på engelsk, oppdatert utgave kommer på Norsk). <u>Veileder NVE nr. 3-2015: Flaumfare langs bekker. Råd og tips om kartlegging.</u> <u>Informasjon fra NVE om temaet</u> NVEs regionkontorer.	<u>Estimater av framtidig havnivåstigning og stormflo i norske kystkommuner</u> <u>Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging (revidert veileder fra DSB, 2015)</u> <u>DSB rapport: Kommunenes arbeid med stormflo og framtidig havnivåstigning (mars 2015)</u>	Norsk Vann-veiledere: • <u>Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer.</u> • <u>Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering (må kjøpes).</u> • <u>Åpne flomveger i bebygde områder nr. 204/2014 (må kjøpes).</u> Veileder utarbeidet av Oslo kommune v/Vann- og avløps-etaten og Norsk vann: <u>Overvannshåndtering – en veileder for utbygger.</u> Kommunen kan etablere nedbørmålere for korttidsnedbør i samarbeid med MET (som tar imot og bearbeider dataene).

	ISGANG	KVIKKLEIRE	
Lovverk	TEK 10: § 7-1 Generelt om naturfarer.	Overordnet arealbruk innenfor aktsomhetsområder for naturfare vurderes jf. <u>PBL</u> . Bestemmelsene til arealplan og områderegulering (med krav om detaljregulering) vil styre hvordan eks. krav om sikker byggegrunn og kravene i TEK 10, § 7-3 vil kunne ivaretas på siste plannivå.	
Klima (nåtid/proeksjon)	Klimaendringer med økt temperatur gir kortere sesong for isgang, men kan føre til isganger andre steder i vassdraget.	Økt fare for erosjon i bekker/elver på grunn av økt vannføring/flom kan føre til økt fare for kvikkleireskred. Kjennskap til lokale forhold og oppfølging av erosjon viktig. Menneskelig aktivitet er den største utløsende årsak til kvikkleireskred, derfor er kartlegging av kvikkleireområder og kontrollert utbygging viktig.	
Utviklingsbehov	Fortsatt behov for forskning om temaet.	Enklere faktaark og maler for bestilling av utredninger (nettbaserte) for ulike plannivåer ønskelig, inkludert krav til faglig kompetanse. Mer kartlegging samt systematisering av ny og eksisterende kunnskap fra tidligere borer.	
Oppfølging i arealplanlegging	Kunnskap om lokale forhold knyttet til tidligere isganger og NVEs regionkontorer benyttes i planleggingen.	Nasjonal kartlegging som er gjort legges inn som hensynssone. Kart over marin grense finnes i <u>NVE Atlas</u> Kjennskap til lokale forhold og oppfølging av erosjon er viktig. Menneskelig aktivitet er den største utløsende årsak til kvikkleireskred, derfor er kartlegging av kvikkleireområder og kontrollert utbygging viktig.	

VEDLEGG

	ISGANG FORTS.	KVIKKLEIRE FORTS.	
Tilgjengelig informasjon	Kunnskap om lokale forhold knyttet til tidligere isganger og NVEs regionkontorer. Generell beskrivelse finnes i <u>NVE-rapport 15:2010: Klima-tilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010–2014</u> <u>Om isgang</u> <u>Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag</u>	NGUs kart over marin grense og løsmasser er det beste kartgrunnlaget for å vurdere om det kan finnes marine avsetninger med mulighet for kvikkleire. Kan brukes som aktsomhetskart. Kart over marin grense finnes i <u>NVE Atlas</u>. Papirkart med punktinformasjon finnes også. <u>Ny veileder 7/2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred"</u>. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper" er ment for det geotekniske fagmiljøet i Norge, og skal bidra til en kvalitetsmessig god og mest mulig lik vurdering av stabilitet i disse områdene. <u>NVEs retningslinjer 2-2011: Flaum- og skredfare i arealplanar.</u>	

PLANNIVÅ: REGULERINGSPLAN			
	SNØSKRED	JORDSKRED/FLOMSKRED/ SØRPESKRED	STEINSPRANG
Lovverk	<u>PBLs krav om sikker byggegrunn § 28-1</u> <u>TEK 10 § 7-3 – krav til sikkerhetsklasse og gjentakintervall 1/100, 1/1000 og 1/5000</u>	<u>PBLs krav om sikker byggegrunn</u> <u>TEK 10 § 7-3 – krav til sikkerhetsklasse og gjentakintervall 1/100, 1/1000 og 1/5000</u>	<u>PBLs krav om sikker byggegrunn</u> <u>TEK 10 § 7-3 – krav til sikkerhetsklasse og gjentakintervall 1/100, 1/1000 og 1/5000</u>
Klima (nåtid/proeksjon)	Dekkes av dagens faresonekart der det eksisterer.	Nåtidsklima tilstrekkelig. Må kontrolleres ved hvert tilfelle om disse skredtypene er vurdert i faresonekart der det eksisterer.	Nåtidsklima tilstrekkelig. Dekkes av dagens faresonekart der det eksisterer.
Utviklingsbehov	Faresonekart for tett befolkede områder innenfor aktsomhetsområder. Kartene kan da brukes direkte i detaljreguleringsplan. Enklere faktaark (nettbasert) for ulike plannivåer ønskelig.	Se snøskred.	Se snøskred.
Oppfølging i detaljplan	Faresonekartlegging er nødvendig der hvor aktsomhetskart viser potensiell skredfare. Reell fare skal være utredet og kartlagt på siste plannivå, dvs. detaljreguleringsplan. Reell fare avsettes som hensynssone i detaljplanen. Det er viktig å anvende kunnskap om lokale forhold/erfaring Veiledning for bestilling av faresonekartlegging ligger som vedlegg i denne rapporten, jf. også krav til bestillerkompetanse i <u>NVEs retningslinjer 2/2011 – Flaum- og skredfare i arealplanar, kap 7.3.</u>	Se snøskred.	Se snøskred.
Under utvikling	Se <u>Plan for skredfarekartlegging, NVE Rapport 14/2011</u>	Se snøskred.	Metode under utvikling. Se <u>Plan for skredfarekartlegging NVE Rapport 14:2011.</u>

VEDLEGG

	SNØSKRED FORTS.	JORDSKRED/FLOMSKRED/ SØRPESKRED FORTS.	STEINSPRANG FORTS.
Tilgjengelig informasjon	Kommunen bør ha oversikt over hva som er kartlagt tidligere og hva som blir utført i kommunen. Still krav til digital levering. <u>Retningslinjer for flaum- og skredfare i arealplanar (2-2011)</u> <u>NVE Atlas</u>	For noen områder kan det ha vært gjort befaring lokalt som gir mer detaljerte beskrivelser. <u>NVEs faktaark om identifisering av skredvifter beskriver standardisert metode</u> (kartleggingsmetode på aktsomhetsnivå). <u>NVE Atlas</u> <u>Veileder om skogsbilveier og skredfare</u>	<u>Retningslinjer for flaum- og skredfare i arealplanar (2-2011)</u> <u>NVE Atlas</u> Der det finnes lokale farevurderinger, skal de brukes.
Må kjøpes av kommunen	Faresonekart utarbeides av tiltakshavere. I enkelte tilfeller kan kommunen utarbeide faresonekart for større utbyggingsområder jf. Lyngen.	Se snøskred.	Se snøskred.

	FLOM	HAVNIVÅSTIGNING, STORMFLO OG BØLGEPÅVIRKNING	OVERVANN
Lovverk	TEK 10: § 7-2 og sikkerhetsklassene 1/20, 1/200 og 1/1000	TEK 10: § 7-2 og sikkerhetsklassene 1/20, 1/200 og 1/1000, gjelder også for stormflo	Plan- og bygningsloven Vannressursloven Forurensningsloven Sivilbeskyttelses-loven (kommunal beredskapsplikt – helhetlig ROS) Regjeringen har nedsatt et utvalg som skal gå gjennom gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer. Utvalget skal avgi sin rapport (NOU) innen 1. desember 2015. <u>Om utvalget</u> <u>Om utvalgets mandat</u>
Klima (nåtid/ prosjeksjon)	Klimaendringer vil gi større flommer i vassdrag som domineres av regnflom og i små vassdrag som reagerer raskt på nedbør. I store vassdrag som i dag domineres av snøsmelteflom, vil smelteflommene gradvis bli mindre etterhvert som temperaturen stiger og snømengdene reduseres. Dersom farekart (flomsonekart) ikke finnes, gjelder anbefalinger i Retningslinje 2-2011 for dagens klima også for fremtiden (sone på 20 m på hver side av bekk og 50–100 m på hver side av elv – unntak store, flate elvesletter). Flomfaren må utredes og terrenget har avgjørende betydning i tillegg til bufferavstanden.	<u>Tall for havnivåstigning</u> Kommunene bør også ta hensyn til erfaringer og lokalkunnskap i planlegging (bølge/vind justeres inn). MET kan evt. bidra med data om vind. Kunnskap om lokale forhold er viktig.	Lite data på kortidsnedbør (med mindre kommunen selv har fått utredet dette). I <u>Klima i Norge 2100</u> finnes oversikt over endring i % i antall dager med mye nedbør og endring i % i nedbørmengde på dager med mye nedbør (sammenlignet periodene 1961–1990 med 2071–2100) for hver nedbørregion (side 93–94). Kommunen kan etablere samarbeid med MET om overføring og bearbeiding av data fra lokale nedbørmålere (kommunen må selv bekoste nedbørmålerne).
Utviklingsbehov	Ikke avdekket	Behov for nasjonal myndighet som har anledning til å sette krav og utarbeide retningslinjer for hvordan dette arbeidet skal gjennomføres lokalt og regionalt.	Spesielt behov for bedre data på kortidsnedbør.

	FLOM FORTS.	HAVNIVÅSTIGNING, STORMFLO OG BØLGE PÅVIRKNING FORTS.	OVERVANN FORTS.
Oppfølging i detaljplan	Faresonekart: Vurdering av potensiell flomfare (oversvømmelse) utenom kartlagte faresoner kan baseres på observasjoner og målinger fra tidligere flommer, lokalkunnskap og historisk informasjon sammen med kartanalyse. Det er anbefalt å få en fagkyndig person til å identifisere aktsomhetsområdene for flomfare.	Kommunene må kartlegge områder som er i faresonen for havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning (evt. simulere ved bruk av GIS der hvor man har dette verktøyet, eller ved bruk av annet simuleringsverktøy). Estimering av bølger og vannstand bør gjennomføres. Bølgepåvirkning kan vurderes på bakgrunn av kunnskap om lokale forhold.	Kartlegging av sårbare områder/kulverter/anlegg i kommunene og estimerer for økt nedbør lokalt. Kartlegging av flomveier (simulering i kart/GIS) – se dsb.no med eksempler på dette fra Oslo, Skien og Nedre Eiker .
Under utvikling	Faresonekartleggingsplan fra NVE underveis (vassdragsstrekningene med størst skadepotensial – behov kan meldes inn av kommunene).	Nye havnivåstigningstall vil komme i løpet av 2015 ifm. den nye rapporten fra FNs klimapanel.	NOU som skal se på gjeldende lovgivning og rammebetingelser for kommunenes håndtering av overvann og komme med forslag til endringer og forbedringer. Skal være ferdig innen 1. desember 2015 (se under lovverk over).
Tilgjengelig informasjon	<u>Retningslinjer for flaum- og skredfare i arealplanar (2-2011)</u> <u>Veileder NVE nr. 3-2015: Flaumfare langs bekker. Råd og tips om kartlegging</u> <u>NVEs flomsonekart</u> På samme side ligger lenker til: - Faktaark flomsonekartlegging - Flomsonekartplan 2003 - Prioriteringsliste videreføring - Retningslinjer for flomberegninger - NVE Atlas - Skrednett - Skrednett, kvikkleire faresonekart NGUs løsmassekart	<u>Beregninger for alle kystkommunene</u> <u>Råd om håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging (revidert veileder fra DSB, mars 2015)</u> <u>DSB rapport (mars 2015): Kommunenes håndtering av stormflo og framtidig havnivåstigning.</u>	<u>Relevante veiledere for klimatilpasning for vann og avløp i kommunale planer, samlet på dsb.no</u> <u>Klimatilpasning.no: gode eksempler på alternativ overvannshåndtering</u>
Må kjøpes av kommunen	Ikke vurdert.	Mange kommuner kjøper utredninger: - ROS. - Kartlegging av bølgepåvirkning.	En del av veilederne fra Norsk Vann må kjøpes.

	IS GANG	KVIKKLEIRE	
Lovverk	<u>TEK 10: § 7-1 Generelt om naturfare</u>	<u>PBLs krav om sikker byggegrunn § 28-1</u> <u>TEK 10 § 7-3 – krav til sikkerhetsklasse og gjentakintervall, 1/100, 1/1000 og 1/5000</u>	
Klima (nåtid/proeksjon)	Generell og lokal kunnskap om temaet.	Nåtidsklima tilstrekkelig. Kvikkleireskred i hovedsak utløst av menneskelig aktivitet. Derfor er kjennskap om eksisterende og kartlegging av nye skredområder, samt kontrollert utbygging det viktigste. Med mer nedbør, kan det bli fare for økt erosjon langs vassdrag. Dette kan føre til økt skredfare (her er lokalkjente viktigst for oppfølging).	
Utviklingsbehov	Fortsatt behov for forskning om temaet.	Kommunen bør samle inn og registrere eksisterende informasjon fra tidligere grunnundersøkelser. For nye planer bør rapporter om grunnforhold leveres digitalt til kommune.	
Oppfølging i detaljplan	Kartlegging av sårbare områder nødvendig – basert på kunnskap om lokale forhold.	Faresonekartlegging er nødvendig der hvor aktsomhetskart viser potensiell skredfare. Reell fare skal være utredet og kartlagt på siste plannivå, dvs. detaljreguleringsplan. Reell fare avsettes som hensynssone i detaljplanen. Det er viktig å anvende kunnskap om lokale forhold/erfaring. Veiledning for bestilling av faresonekartlegging ligger vedlagt i denne rapporten, jf også krav til bestillerkompetanse i <u>NVEs retningslinjer 2/2011 – Flaum- og skredfare i arealplanar, kap 7.3</u> For en detaljplan under marin grense, skal kvikkleirefaren være vurdert og der det er behov for det utredet av fagkyndige. Utløsnings- og utløpsområder for kvikkleire avsettes som hensynssone med vilkår i detaljplanen.	

VEDLEGG

	ISGANG FORTS.	KVIKKLEIRE FORTS.	
Under utvikling	Ikke avdekket	Bedre kartlegging av kvikkleire i strandsoner, samt beregning av utløpssoner jf. NIFS prosjekt.	
Tilgjengelig informasjon	Generell beskrivelse finnes i: <u>NVE-rapport 15:2010: Klima-tilpasning innen NVEs ansvarsområder – Strategi 2010-2014</u> <u>Om isgang</u> <u>Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag</u>	<u>Retningslinjer for flaum- og skredfare i arealplanar (2-2011)</u> <u>NVE kvikkleirekart</u> På samme side ligger lenker til: • Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire • Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner • Skredatlas • NVE Atlas • Løsmassekart NGU NVEs nedlastningsløsning for geodata.	
Må kjøpes av kommunen	Ikke vurdert.	Faresonekart som utarbeides av tiltakshavere. I enkelte tilfeller kan kommunen utarbeide faresonekart for større utbyggingsområder.	

Vedlegg D

GRUNNFORHOLD OG METODER BRUKT FOR ANALYSE AV STABILITET/FARE FOR SKRED

Innhold

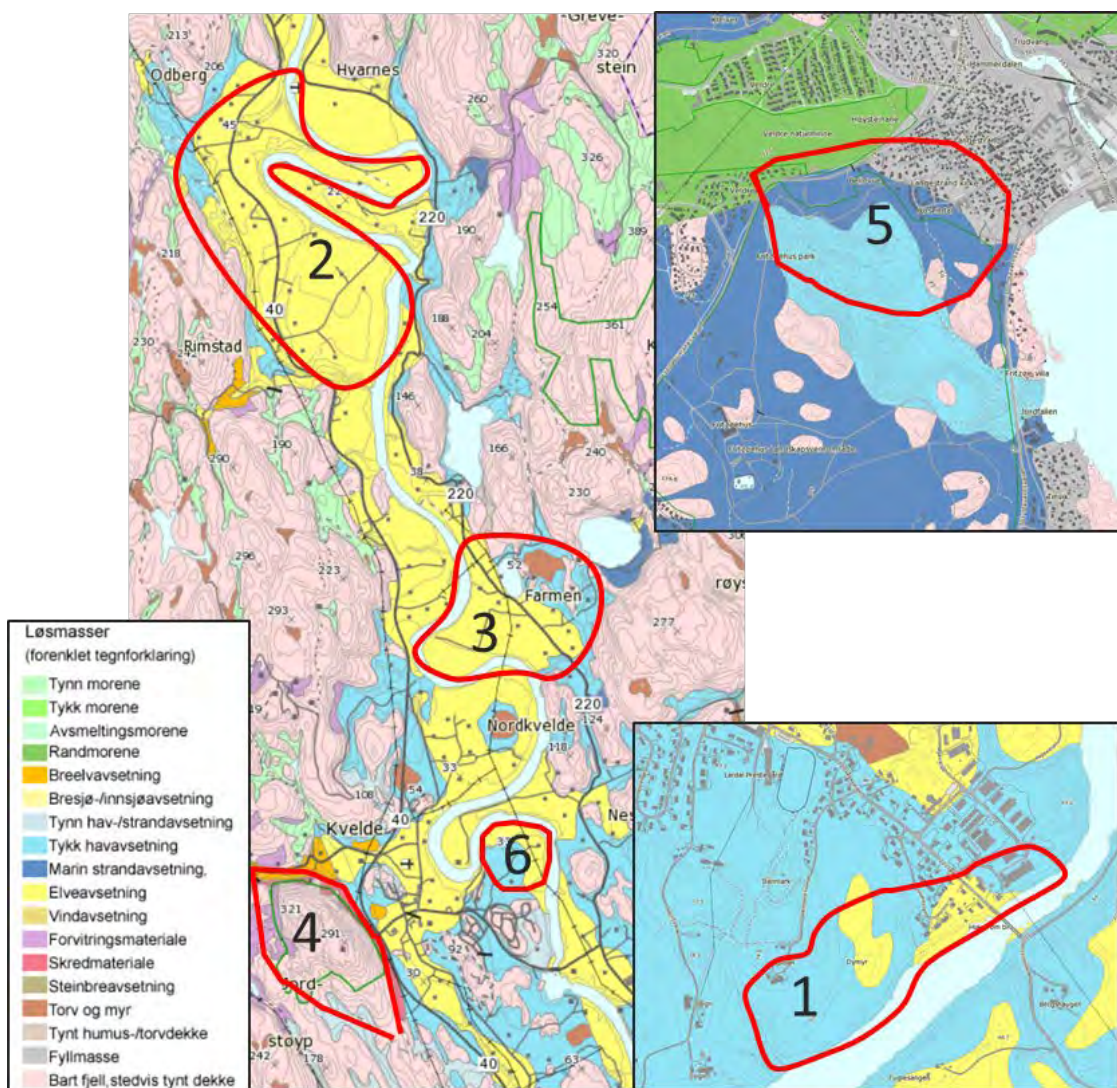
D1	Grunnforhold i Lardal og Larvik kommuner	2
D1.1	Hukstrøm	3
D1.2	Odbergheset, Husvann, Farmen og Tussehaugen	7
D1.3	Fritzøeparken/Rosendal området	11
D1.4	Kvelde	11
D2	Analysemetoder for vurdering av stabilitet og fare for skred	13
D2.1	Stabilitetsanalyse - Uendelig skråning	13
D2.2	Numeriske analyser med SLOPE/W og SEEP/W	14
D2.3	Regionale grunnvannsanalyser i ArcGIS	15
D2.4	Modellering av steinsprang	16
TEGNING D-1	Plassering av tidligere utførte borpunkter ved Hukstrøm bru, Svarstad	
TEGNING D-2	Plassering av tidligere utførte borpunkter ved Husvann	
TEGNING D-3	Plassering av tidligere utførte borpunkter ved Farmen/Tussehaugen	
TEGNING D-4	Plassering av tidligere utførte borpunkter i Fritzøeområdet	

D1 Grunnforhold i Lardal og Larvik kommuner

Løsmassene i Larvik og Lardal kommuner er dominert av hav- og fjordavsetninger (marin leire), fluviale og glasifluviale avsetninger (Figur D1-1). Marin grense varierer fra ca. 140 m over dagens havnivå sør i Larvik opp til ca. 160-170 m i nordre deler av Lardal. Langs Numedalslågen er det store områder med marine avsetninger, og tykkelsen av sedimentene er mange steder flere 10-talls meter. De mektigste leiravsetningene er i de sentrale delene av dalene. Her finner en sammensetninger av leire og sorterte sand- og grusavsetninger. Raet går gjennom de sørlige deler av Larvik kommune i nordøstlig- sørvestlig retning. Kvikkleiresonene ligger enten like sør for raet eller langs Numedalslågen.

Etter hvert som landet hevet seg og fjordbunnen ble tørt land, har Numedalslågen og sideelvene avsatt sortert sand og grus oppå leira. Senere har elven skåret seg ned og fjernet en del av leiravsetningene og på kvartærgeologisk kart over Numedalen er de fluviale avsetningene dominerende. Det understrekes at løsmassekart som vist i Figur D1-1 bare dekker toppmateriale og at det kan være marine sedimenter under for eksempel fluviale avsetninger.

Følgende avsnitt gir en oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser i Larvik og Lardal kommuner. Bopunktene er oppsummert i Tegning D1-D4 til sist i vedlegget.



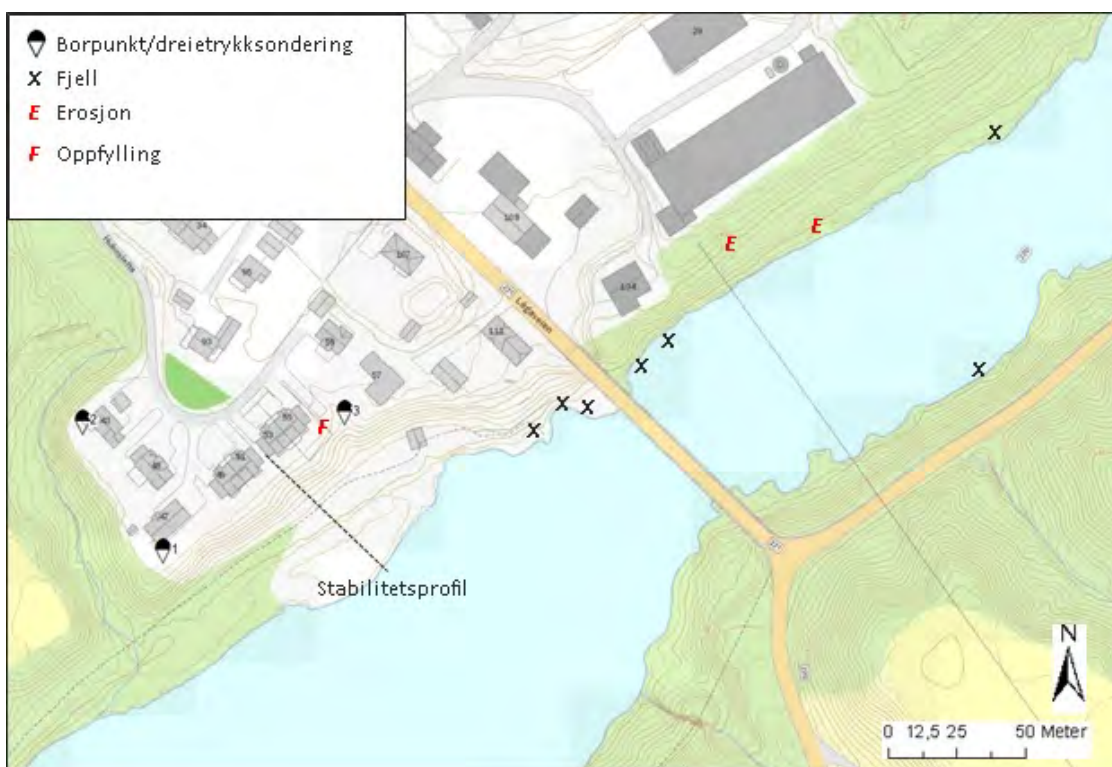
Figur D1-1: Kvartærgeologisk kart for de seks områdene valgt for klimatilpasning i forhold til skred. 1. Hukstrøm bru, 2. Odbergneset, 3. Husvann, 4. Jordstøyp, 5. Fritzøeparken, 6. Kvelde (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>).

D1.1 Hukstrøm

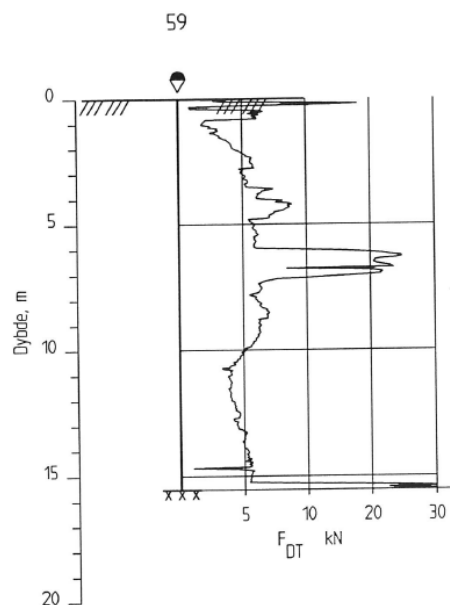
Vurderingsområdet ved Hukstrøm bru er lokalisert langs Numedalslågen og strekker seg fra ravinen vest for Hukesletta fram til trevirkeindustrien nordøst for Hukstrøm bru (Figur D1-1). Området består av en fluvial terrasse ovenfor marine avsetninger (jfr. kvartærgeologiske kart; Figur D1-1).

Tidligere grunnundersøkelser ble utført av Bjørn Strøm AS (2000) ved Hukesletta og av NGI. Plassering av grunnundersøkelser er vist i Figur D1-2 og Tegning D1, mens resultatene er presentert i Figur D1-3 – D1-5. Dreietrykksonderingene utført ved

Hukesletta viser opptil 15 m med sand med vekslende lag av leire og silt. Resultater fra vingebor forsøk og dreietrykksonderingene viser at de tynnere leirlag ikke er kvikke. Under befaring høsten 2015 ble det også registrert fjell langs elva ved Hukstrøm bru og oppstrøms brua i flere punkter; Figur D1-2.

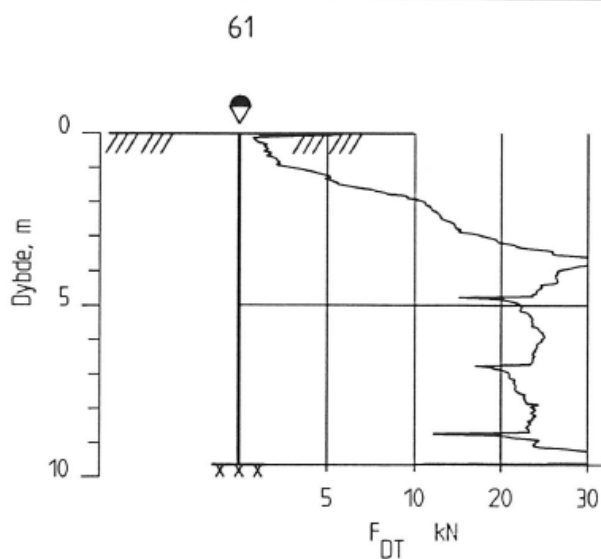


Figur D1-2: Oversiktskart ved Hukstrøm bru, Svarstad, med plassering av tidligere grunnundersøkelser og observasjoner gjort under befaring.



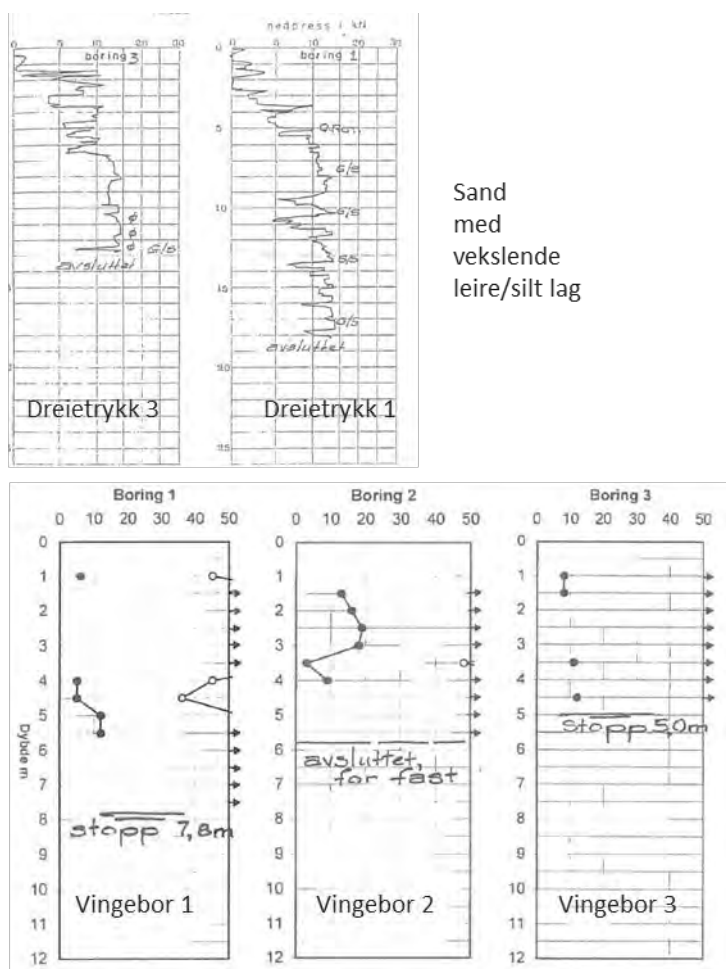
Dybde, m	Jordart	Symbol	Prøve	Vanninnhold w, %				γ kN/m ³	Skjærstyrke s_u kPa					St
				10	20	30	40		10	20	30	40	50	
	Forboret til 7.5 m													
5														
	LEIRE, siltig													
10			1					18.1	▼				58	11
			2					19.2	▼				64	6
			3					19.6	▼				68	10
	Avsluttet i 11 meter													

Figur D1-3 Resultater fra dreietrykksondering og laboratorieundersøkelser i borpunkt 59 ved Hukstrøm. Se Tegning D1 for plassering av grunnundersøkelser.



Dybde, m	Jordart	Symbol	Prøve	Vanninnhold w, %				γ kN/m ³	Skjærstyrke s_u kPa					S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	50	
	Forboret til 6 meter													
5														
	LEIRE, siltig		1					19.6						18
			2					19.5						4
	SAND, fin, siltig		3					19.8						
10														
	Avsluttet 8.9 meter													

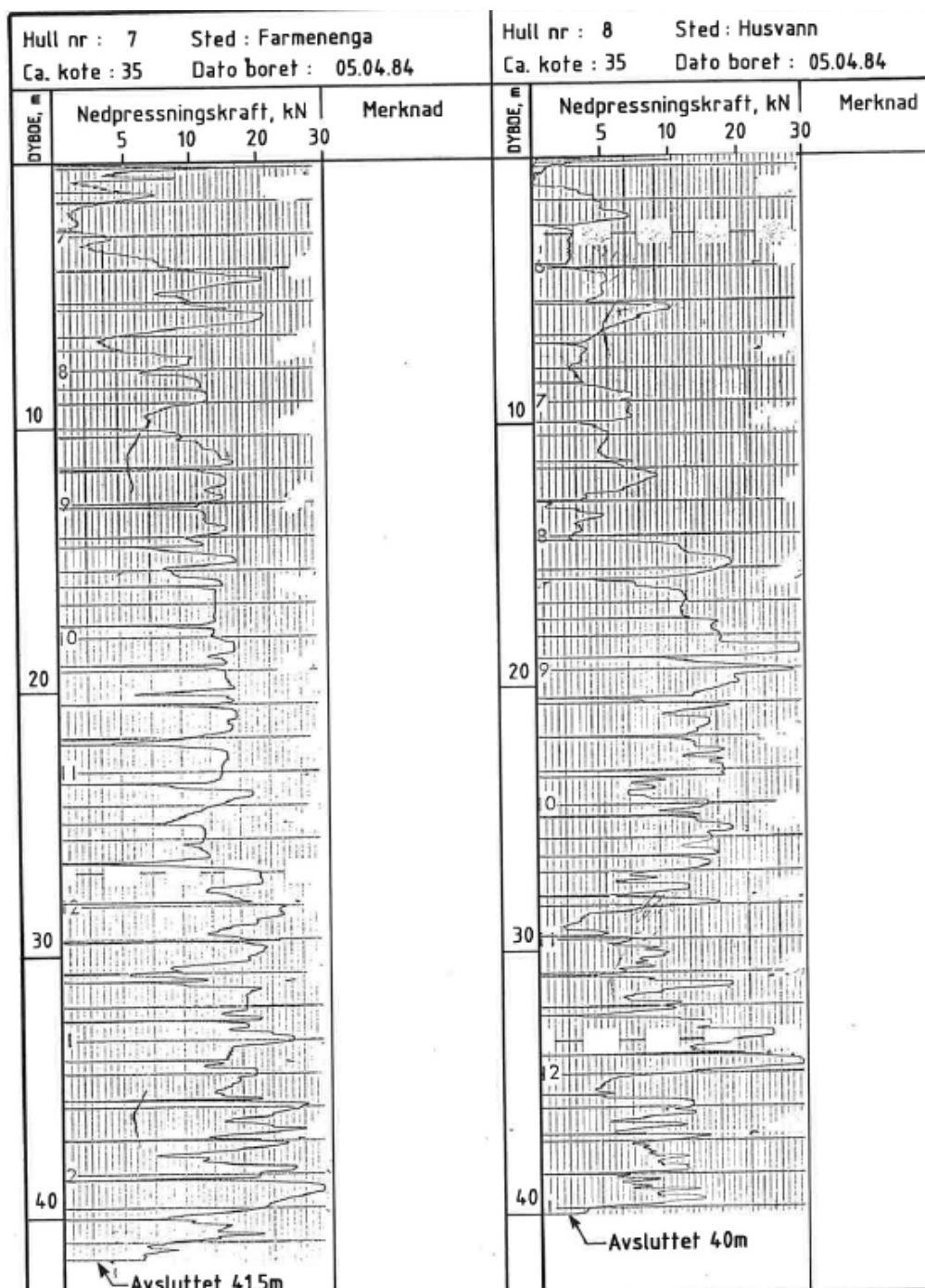
Figur D1-4 Resultater fra dreietrykksondering og laboratorieundersøkelser i borpunkt 61 ved Hukstrøm. Se Tegning D1 for plassering av grunnundersøkelser.



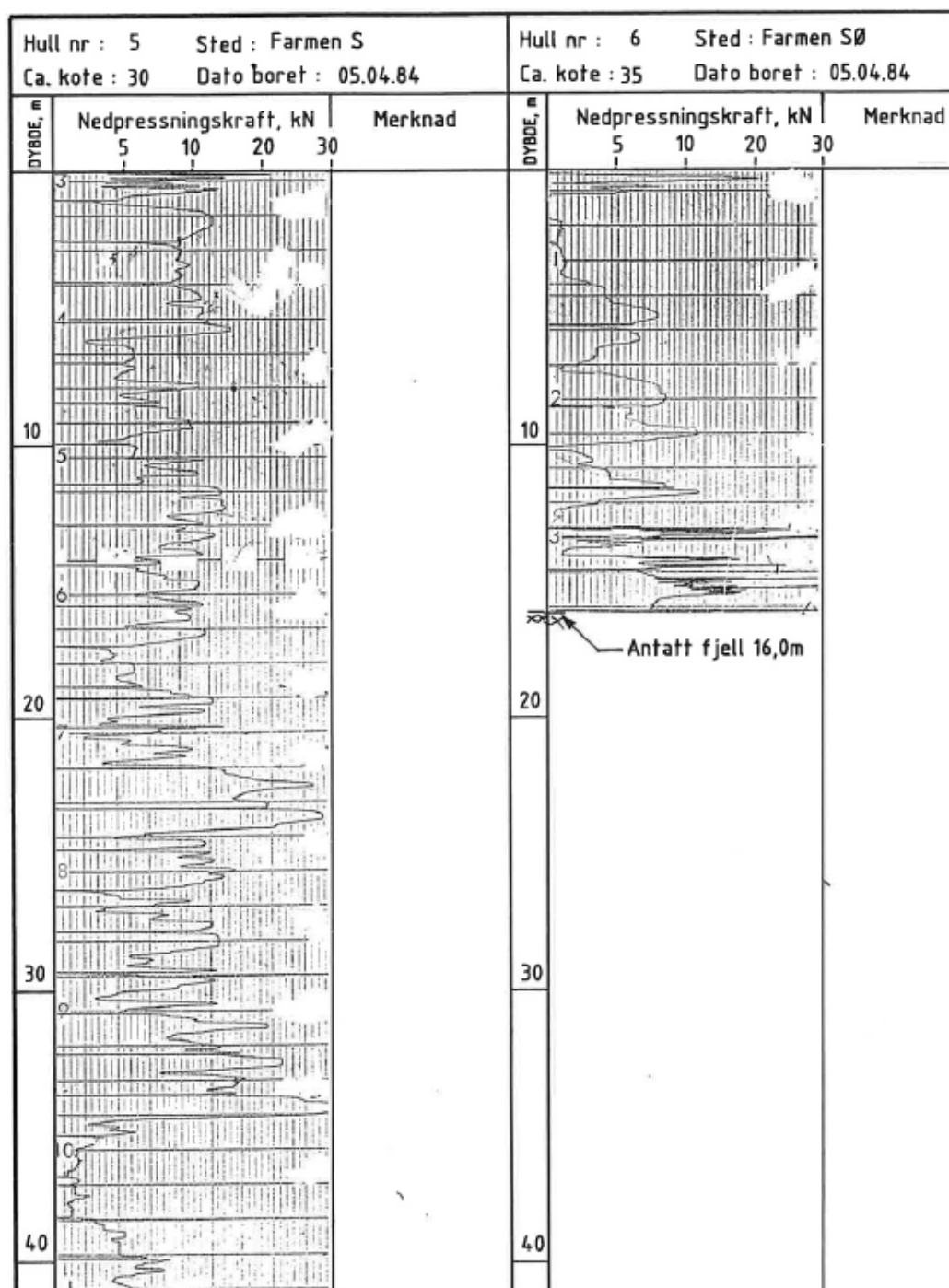
Figur D1-5 Resultater fra tidligere grunnundersøkelser ved Hukesletta; etter Bjørn Strøm AS (21. des. 2000). Se Tegning D1 for plassering av grunnundersøkelser.

D1.2 Odbergneset, Husvann, Farmen og Tussehaugen

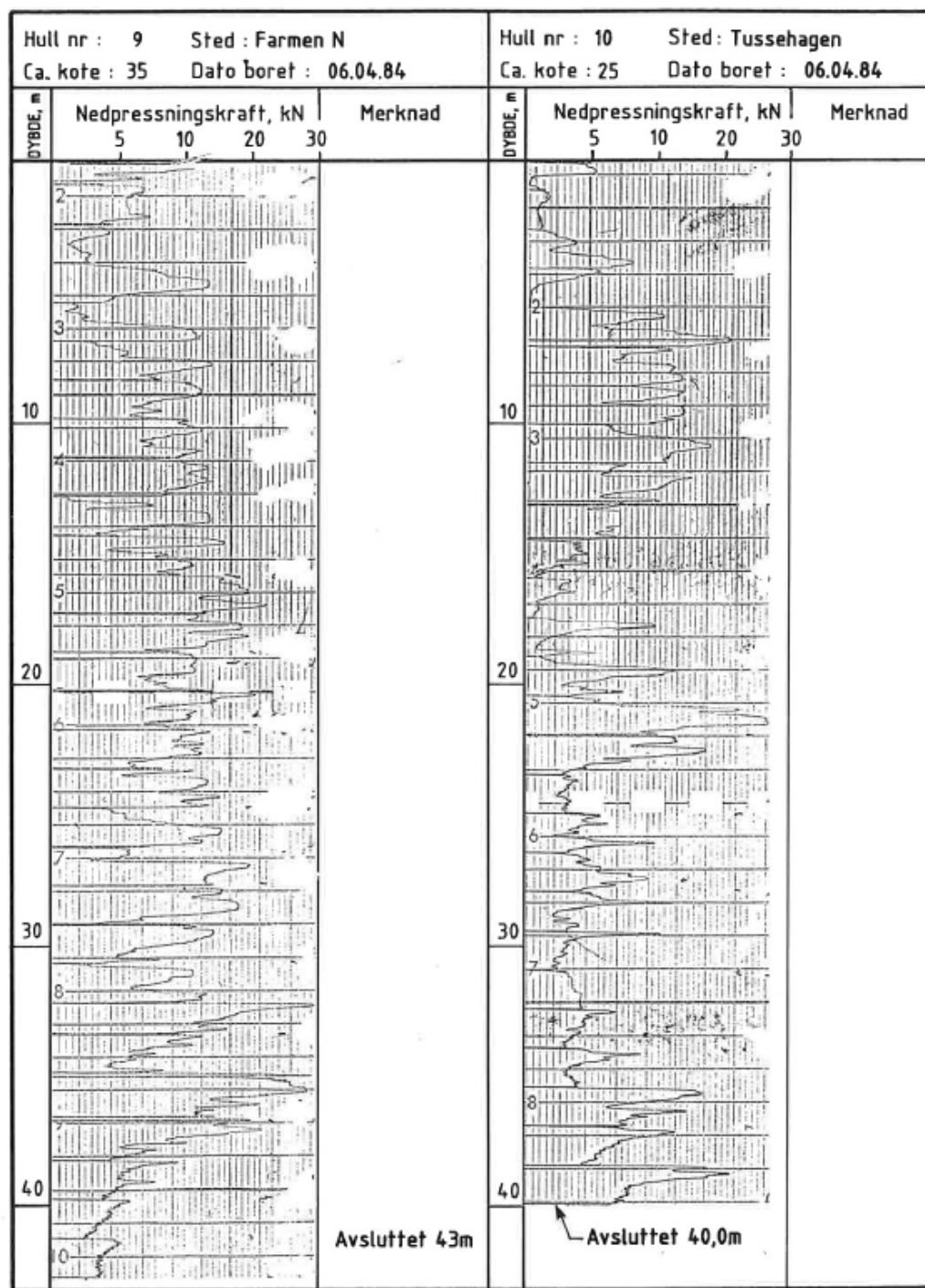
En oversikt over tidligere utførte sonderinger ved Odbergneset, Husvann, Farmen og Tussehaugen er gitt på Tegning D2 og Tegning D3. Det er dessverre ikke funnet tidligere grunnundersøkelser for Odbergneset. Områdene antas likevel å være relativt like og dekket av mektige og graderte sandavsetninger (elveavsetning; Figur D1-1). Resultatene fra tidligere grunnundersøkelser i disse områdene viser at de sandige avsetninger kan være opptil 40 m tykke. En slik jordart antas å være representativ langs Numedalslågen i Lardal og Larvik kommuner. Herunder gjengis resultatene fra sonderingene i disse områdene.



Figur D1-6 Resultater fra dreietrykksondering ved Husvann og Farmenenga. Resultatene viser hovedsakelig silt/sand til store dyp.



Figur D1-7 Resultater fra dreietrykksondering ved Farmen S. Resultatene viser hovedsakelig silt/sand til store dyp.



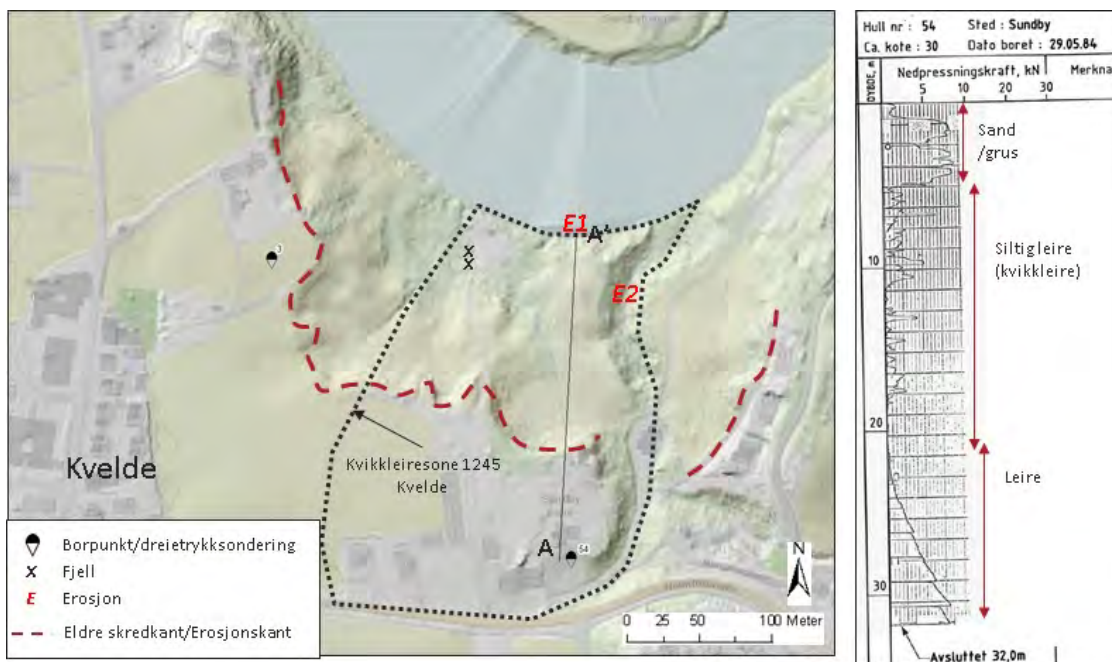
Figur D1-8 Resultater fra dreietrykksondring ved Farnen N og Tussehagen. Resultatene viser hovedsakelig silt/sand til store dyp. Borpunkt 10 indikerer kvikkleire fra ca. 15-18 m, 23-25 m og 28-31 m under terreng ved Tussehagen.

D1.3 Fritzøeparken/Rosendal området

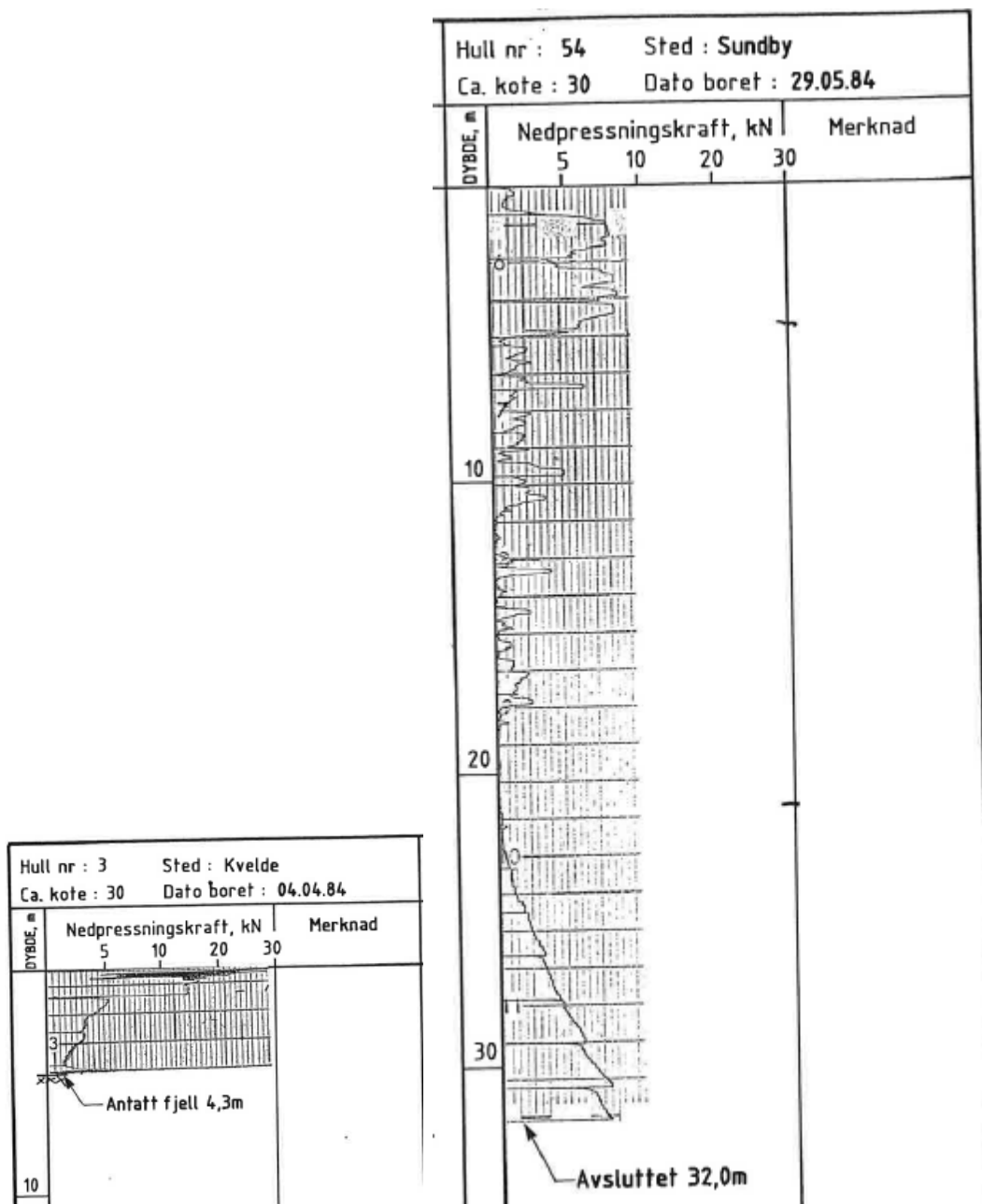
Et oversiktskart med tidligere utførte grunnundersøkelser i området er presentert i Tegning D4. Som det kommer frem av tegningen er det svært lite tilgjengelig informasjon om grunnforhold ved Rosendal. NGI har ikke funnet resultater fra tidligere undersøkelser i dette området. Derimot er det utført flere undersøkelser i tilknytning til kvikkleiresone Fritzøehus Nordre. Her viser grunnundersøkelser lag av kvikkleire med varierende tykkelse i skråningen og i bunnen av ravinen. På toppen av skråningen ovenfor kirka er det ikke påtruffet leire og sonderingen stopper 4 m under terreng i faste masser.

D1.4 Kvelde

Kvartærgeologiske kart viser elveavsetninger over marine avsetninger i området ved Kvelde (Figur D1-10). Dette stemmer overens med resultatene fra dreietrykksondering vist i Figur D1-9 og Figur D1-10. Dreietrykksondering nr. 54 indikerer 5 m med sand/silt over leire. Leira ser ut til å være kvikk i dybdeintervallet 5-21 m. En oversikt over grunnboringer i området er presentert i Tegning D3.



Figur D1-9: Kartoversikt ved Kvelde med digital terrengmodell i bakgrunnen; plassering av tidligere utførte grunnundersøkelser og observasjoner gjort under befaring høsten 2015. Tolkning av dreietrykksondering nr. 54 er vist til høyre.



Figur D1-10: Resultater fra dreietrykksondering ved Kvelde. Borpunkt 3 indikerer kvikkleire fra ca. 1-m under terreng, mens borpunkt 54 indikerer kvikkleire fra 5-21 m under terreng.

D2 Analysemetoder for vurdering av stabilitet og fare for skred

Effekt av nedbør og flom på stabilitet av skråninger i valgte profiler i Lardal og Larvik kommuner er blitt undersøkt ved hjelp av grunnvannsstrømning- og stabilitetsanalyser. Herunder gis en oversikt over metodene som er blitt brukt sammen med input parameterne. Resultatene fra analysene er presentert i rapporten i avsnitt 4.2.3.

D2.1 Stabilitetsanalyse - Uendelig skråning

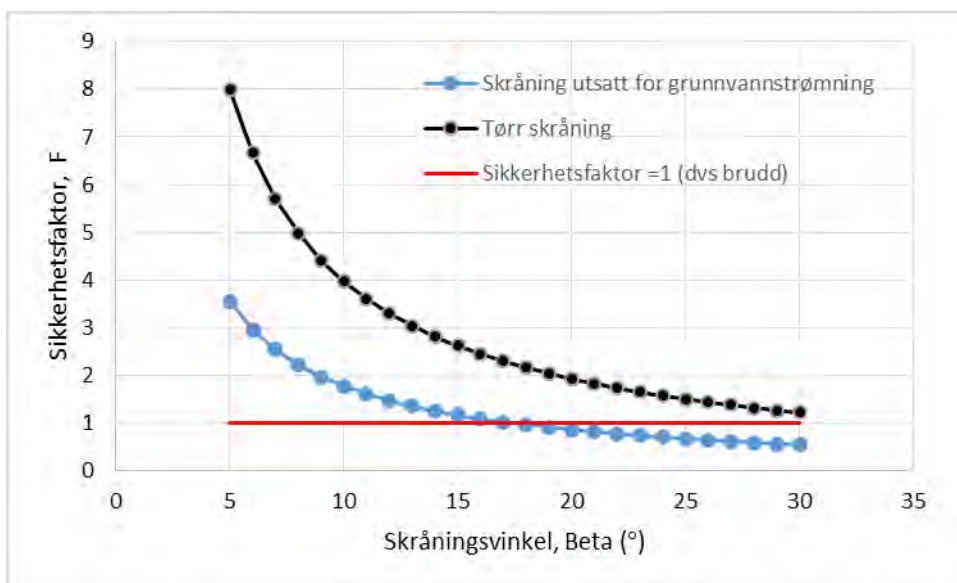
Ved naturlige skråninger i sand er overflateparallelle skred det mest vanlige. For en tørr skråning med ren sand (kohesjon = 0) vil sikkerheten (F) mot brudd for en uendelig lang skråning være:

$$F = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$$

ϕ er jordas styrke eller friksjonsvinkel i grader og β er skåningshelning. Tilsvarende, for en uendelig lang skråning utsatt for grunnvannsstrømning parallelt med overflaten og med ren sand vil sikkerheten mot brudd være:

$$F = \frac{\gamma' \cdot \tan\phi}{\gamma \cdot \tan\beta}$$

hvor γ er tyngdetettheten til jorda og γ' er effektiv tyngdetetthet (reduisert for oppdrift). Resultatene fra likningene ovenfor er presentert i Figur D2-1 for en skråning bestående av ren sand med friksjonsvinkel antatt lik 35° . I tørr sand vil en skråningshelning på 1:2 ($26,5^\circ$), 1:3 ($18,4^\circ$) og 1:4 (14°) ha sikkerhet på henholdsvis 1,4, 2,1 og 2,8, hvilket tilfredsstiller de alle fleste regelverk. En skråning langs Numedalslågen vil derimot være utsatt for grunnvannstrømning. Resultatene i Figur D2-1 viser at skred vil oppstå (dvs. $F=1.0$) hvis skråningen er brattere enn 17° . Grovt sagt vil en stabil skråning i mettet tilstand med porevannsstrømning kunne ha halve helningen sammenlignet med en tørr skråning. Disse resultatene brukes i rapporten i avsnitt 4.2.3 for å velge områder utsatt for jordskred ved Odbergneset og Husvann.



Figur D2-1: Resultat fra stabilitetsanalyser på en ubeskyttet skråning i ren sand. Den svarte linjen gir sikkerhetsfaktor for en tørr skråning, mens den blå linjen gjelder for overflateparallel grunnvannsstrømning.

D2.2 Numeriske analyser med SLOPE/W og SEEP/W

Resultatene ovenfor viser viktigheten av grunnvannsstrømning og poretrykkssituasjon for stabilitet av skråninger. Effekt av nedbør og flom på stabilitet av skråninger er i denne studien blitt vurdert ved hjelp av strømning- og stabilitetsanalyser utført med SEEP/W og SLOPE/W fra GeoStudio (www.geoslope.com). SEEP/W er et todimensjonalt numerisk modelleringsverktøy for å analysere grunnvannsstrømning i jord og fjell. Resultatene fra SEEP/W kan implementeres i SLOPE/W for å beregne en sikkerhetsfaktor for en gitt skråning med hjelp av lamellmetoden. Strømning og stabilitetsanalyser er blitt utført på valgte profiler ved 1) Hukstrøm bru, 2) Fritzøeparken/Rosendal, 3) Kvelde, og 4) Odbergneset og Husvann.

Det ble utført både effektivspenningsanalyser (c-φ) og totalspenningsanalyser i denne studien. Effektivspenningsanalyser tar for seg en langsiktig situasjon hvor spenningsendringer i skråningen skyldes for eksempel nedbør og poretrykkssendringer. En totalspenningsanalyse antar en korttidssituasjon som følge av raske spenningsendringer, som skyldes for eksempel menneskelig aktivitet (oppfylling eller utgraving).

Materialparameterne benyttet for strømning- og stabilitetsanalysene er som anbefalt i Vegvesenets Håndbok 220 og typiske for norske forhold. En oversikt over parameterne brukt i de forskjellige områdene er gitt i Tabell D2-1 til D-2-4.

Tabell D2-1: Geotekniske parametere brukt i beregningene ved Hukstrøm bru.

Material	Romvekt (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)	Permeabilitet (m/s)
Sand	18,0	35	1	4e-5

Tabell D2-2: Geotekniske parametere brukt i beregningene for profil 1 ved Fritzøeparken/-Rosendal (fra NGI 2013).

Material	Romvekt (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)	Permeabilitet (m/s)
Sand	18,0	35	1	4e-5
Kvikkleire	19,0	30	3	1e-8

Tabell D2-3: Geotekniske parametere brukt i beregningene ved Kvelde.

Material	Romvekt (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)	Skjærfasthet (kPa)	Aa	Ad	Ap
Sand	18,0	35	1				
Kvikkleire	19,0	-	-	20+2,5·z	1	0,65	0,35

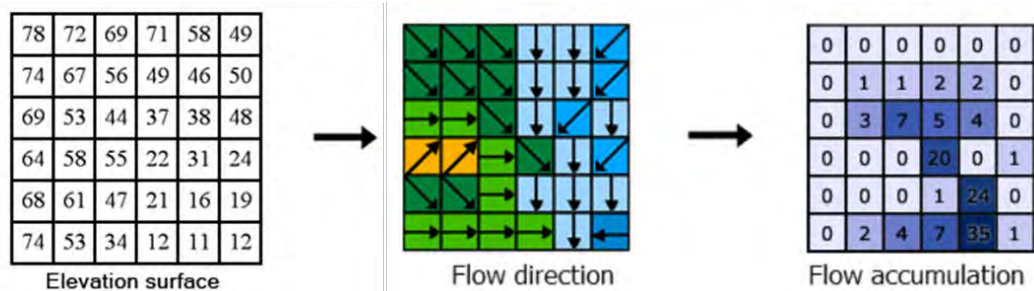
z er definert som dybde fra kote 28 m. Aa, Ad og Ap er anisotropi faktorer. For kvikkleire antar vi et tidligere terrengnivå på kote 28 m. Leirpakken nedenfor den eldre skredkanten antas å være noe overkonsolidert.

Tabell D2-4: Geotekniske parametere brukt i beregningene ved Husvann/Odbergneset.

Material	Romvekt (kN/m ³)	Permeabilitet (m/s)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)
Sand	18,0	4e-5	35	1

D2.3 Regionale grunnvannsanalyser i ArcGIS

Regionale grunnvannsanalyser er blitt benyttet for å identifisere områder utsatt for kritiske hydrauliske gradienter, grunnvannserosjon og dermed mulig ravinering og skred ved Odbergneset og Husvann. Analysene er utført ved hjelp av ArcGIS og terrengmodellen. I ArcGIS er det først utført "Fill" og "Sink" analyser med "spatial analyst" verktøy. Dette gjøres for å gi et noenlunde hydrologisk riktig bilde og for å definere hvilke piksler som faktisk er områder der dreneringen stopper naturlig. Det er deretter utført "flow direction" analyser for å finne hvor vann strømmer til og fra hvilke celler i rasteret (Figur D2-2). Flow direction-rasteret blir så input til "Flow accumulation", som beregner hvilke celler som har høyest (konsentrert) gjennomstrømning, og fra dette kan man identifisere strømningsnettverk (elver, bekker, overvann og grunnvann).



Figur D2-2: Illustrasjon av flow direction og flow accumulation verktøyet i ArcGIS, ESRI.

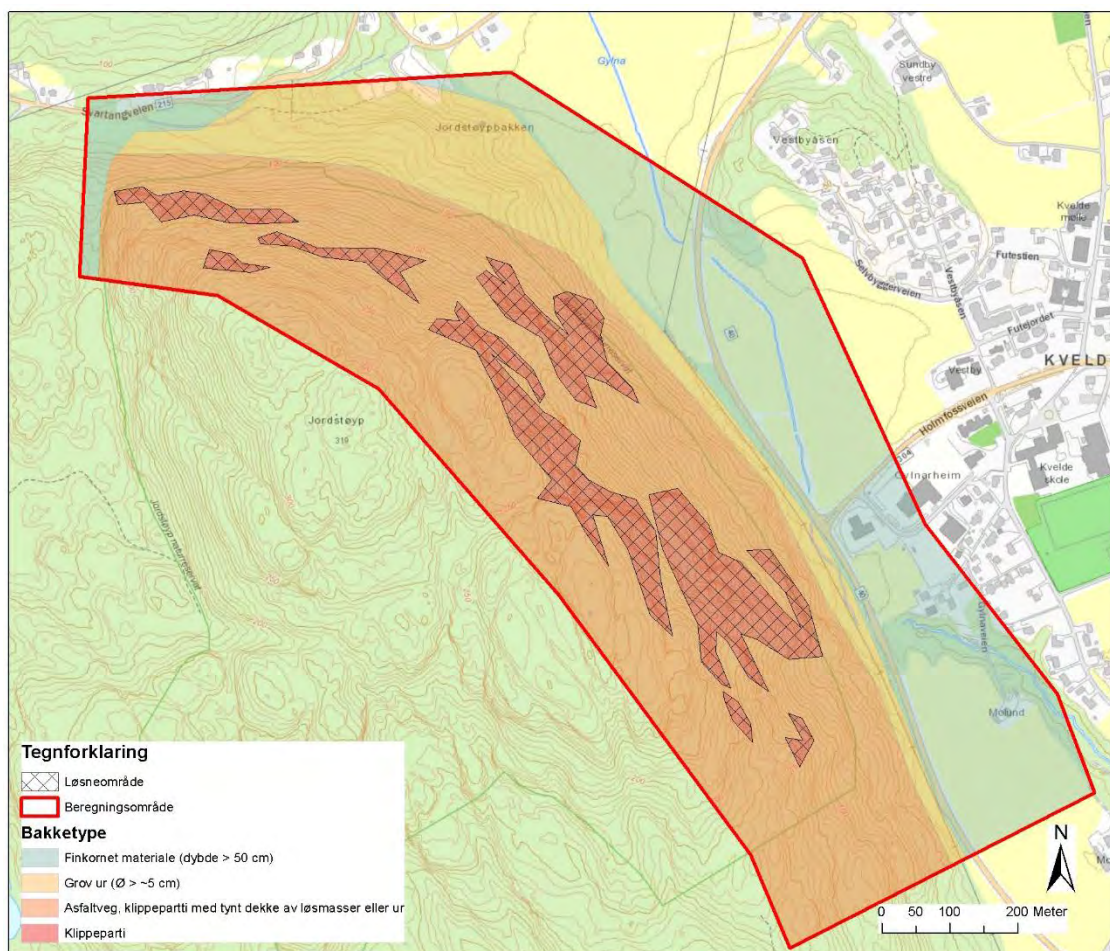
D2.4 Modellering av steinsprang

Modellering av steinsprang er gjort med Rockyfor3D, en deterministisk modell som beregner utløp av steinsprang som enkeltblokker (Dorren, 2015). Blant annet kan blokkvolum og -form bestemmes, og interaksjon med sikringstiltak og vegetasjon i utløpet kan inkluderes.

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet:

- Antall simuleringer per celle
 - Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrenngmodellen
- Variasjon av blokkvolum (%)
 - Gir mulighet til å legge inn variasjon av forhåndsdefinert blokkvolum
- Ekstra startfallhøyde (m)
 - Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten
- Terrenngmodell
 - Terrenngmodellen (raster) som ønskes brukt
- Beregningsområde
 - Et polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for
 - Et enkelt polygon må være selektert
- Bakketype
 - Definisjoner for bakketyper. Det er 6 forskjellige forhåndsdefinerte bakketyper som kan velges mellom, med ulike overflatekvaliteter
- Løsneområde
 - Laget med definisjoner av potensielle utløsningsområder for steinsprang. Form og mål (lengde x bredde x høyde) på blokker må defineres for hvert løsneområde
- Ruhet
 - Terrengets ruhet, angitt i prosentandel av størrelse på blokker innen bakketype-polygonet – 70%, 20% og 10% av blokktilfellene innen polygonet

Et eksempel på hvordan parameterne over kan benyttes i modellen er således vist for Jordstøyp i Figur D2-3.



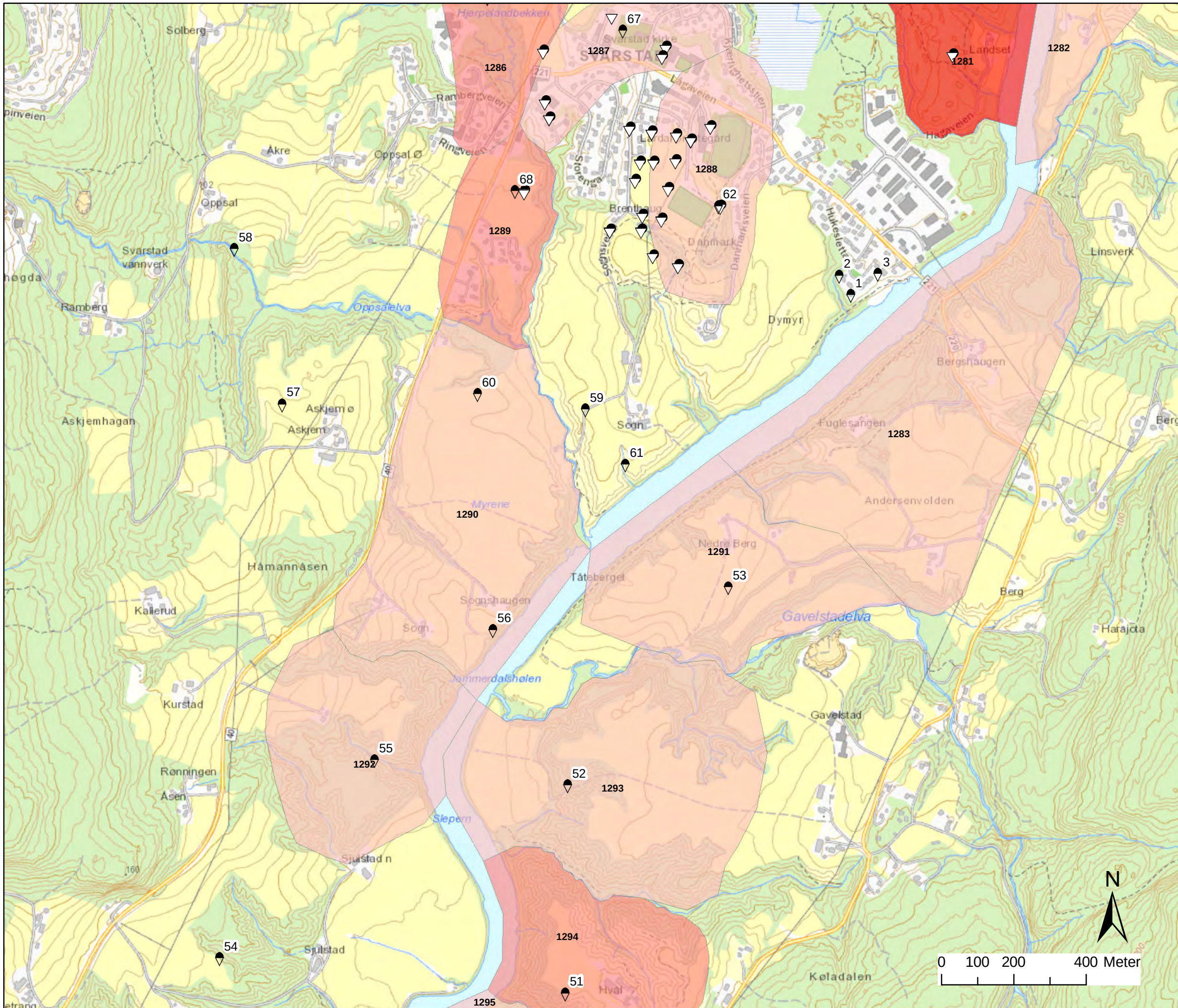
Figur D2-3: Inngående parametere for Rockyfor 3D-kjøring ved Jordstøyp. Løsneområder og ulike bakketyper (med tilhørende ruhet) legges inn for å få best mulig resultat av modelleringen.

Rockyfor3D er i alle områder kjørt med median blokkvolum på 5 m^3 og variasjon $\pm 50\%$ (dvs. $3,1\text{--}7,5 \text{ m}^3$). Ved å kjøre samme volumfordeling har en mulighet til å sammenligne de geometriske forskjellene i ulike potensielle skredbaner, og vurdere observerte blokkutløp i forhold til størrelse. I samme løsneområde er hyppighet av utfall likt. Resultatet av modellen gir en relativ sannsynlighet for hvordan terrenget bremser opp eller sprer (styrer) blokkene. Absolutt sannsynlighet vurderes ut fra vurdert opptredende utfall av stein, ur og urfot, og andre skredblokker.

Starthastighet for alle blokker er i simuleringen 3 m fall. Fra hver celle er det simulert 1000 blokker. Terrengdataene ble nedsamlet til et 5x5 meter gitter. Resultatet av en slik modellering brukes blant annet til støtte i faresonerings. På figuren er prosentvis

fordeling av blokkene vist. Det kommer tydelig frem hvordan blokkene styres av det underliggende terrenget, slik at det danner seg "tunger" som strekker seg utover.

Detaljert faresonekartlegging skal alltid baseres på befaring. Terrengformer i bergveggen og nedover mot uren er essensielle for å identifisere kildeområder og hvordan skred spres eller ledes nedover fjellsidene. Terrengformene vil også påvirke rekkevidden av skred, som for eksempel ruhetsforholdene langs terrenget. Blokkenes utløpsdistanse, også blokker utenfor urfoten, eventuelle spor etter ferske utfall i uren eller i fjellveggen vurderes, sammen med vegetasjon (tett, spredt). Er det en stor ur, vil den i større grad være sortert enn en liten ur (NGI, 2014a), og mindre blokker vil antageligvis ikke kunne nå lenger enn øvre del av uren. Større blokker vil kunne nå urfot eller lengre. Faresonene skal samsvare med Plan- og bygningslovens sikkerhetskrav.



Tegnforklaring

- ☒ Metode ukjent
- ▼ Dreietrykkssondering
- ▽ CPTU
- ☆ Bergkontrollboring
- DreieSondering
- EnkelSondering
- ▼ RamSondering
- Ⓣ TotalSondering

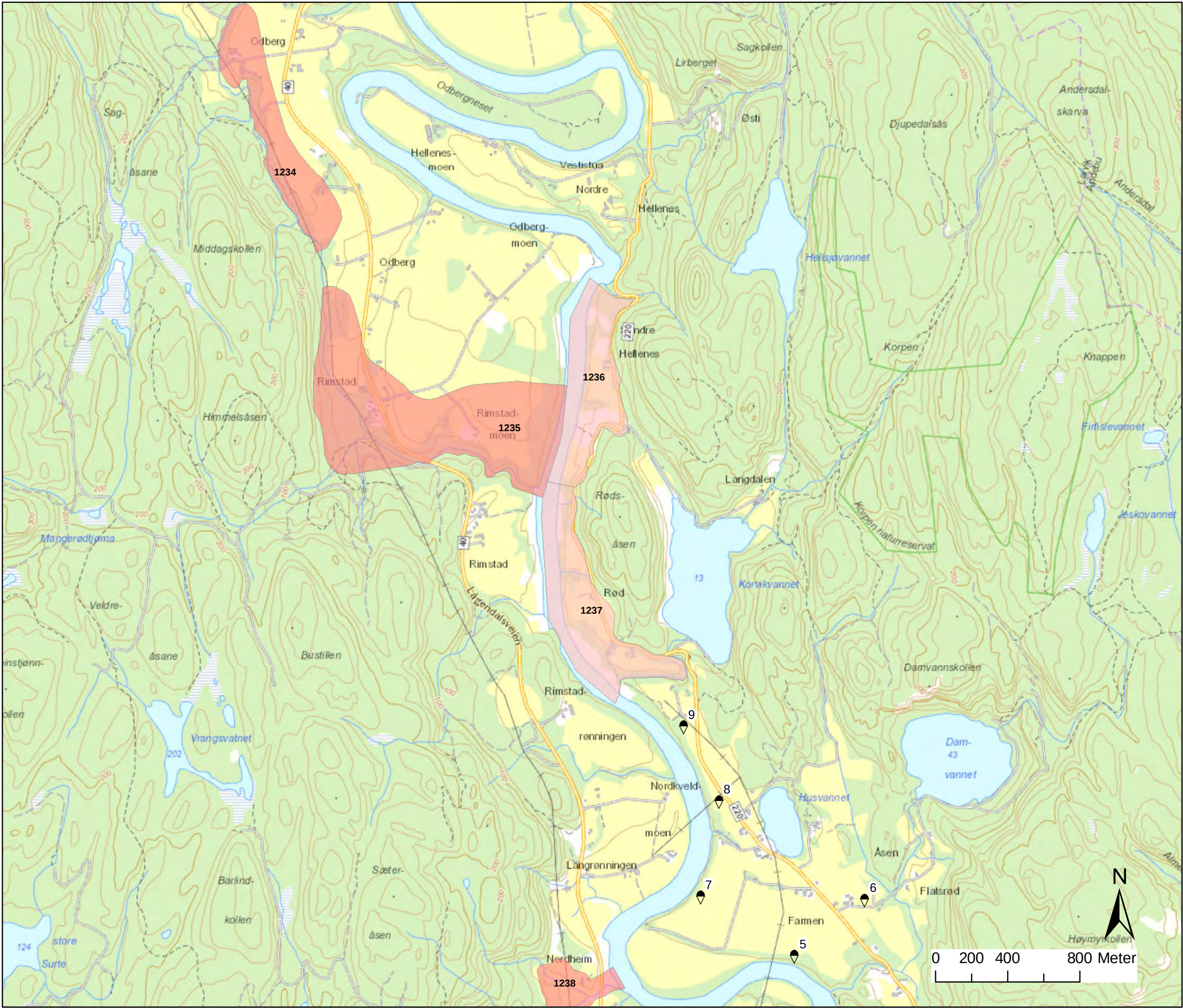
Faregradklasse - Kvikkleire

SkredfaregradKlasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:10 000

Lardal og Larvik kommuner		
Borpunkt plasseringer	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. D-1
Hustrøm bru og Svarstad	Utført JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH	Godkjent CH
NGI		



Tegnforklaring

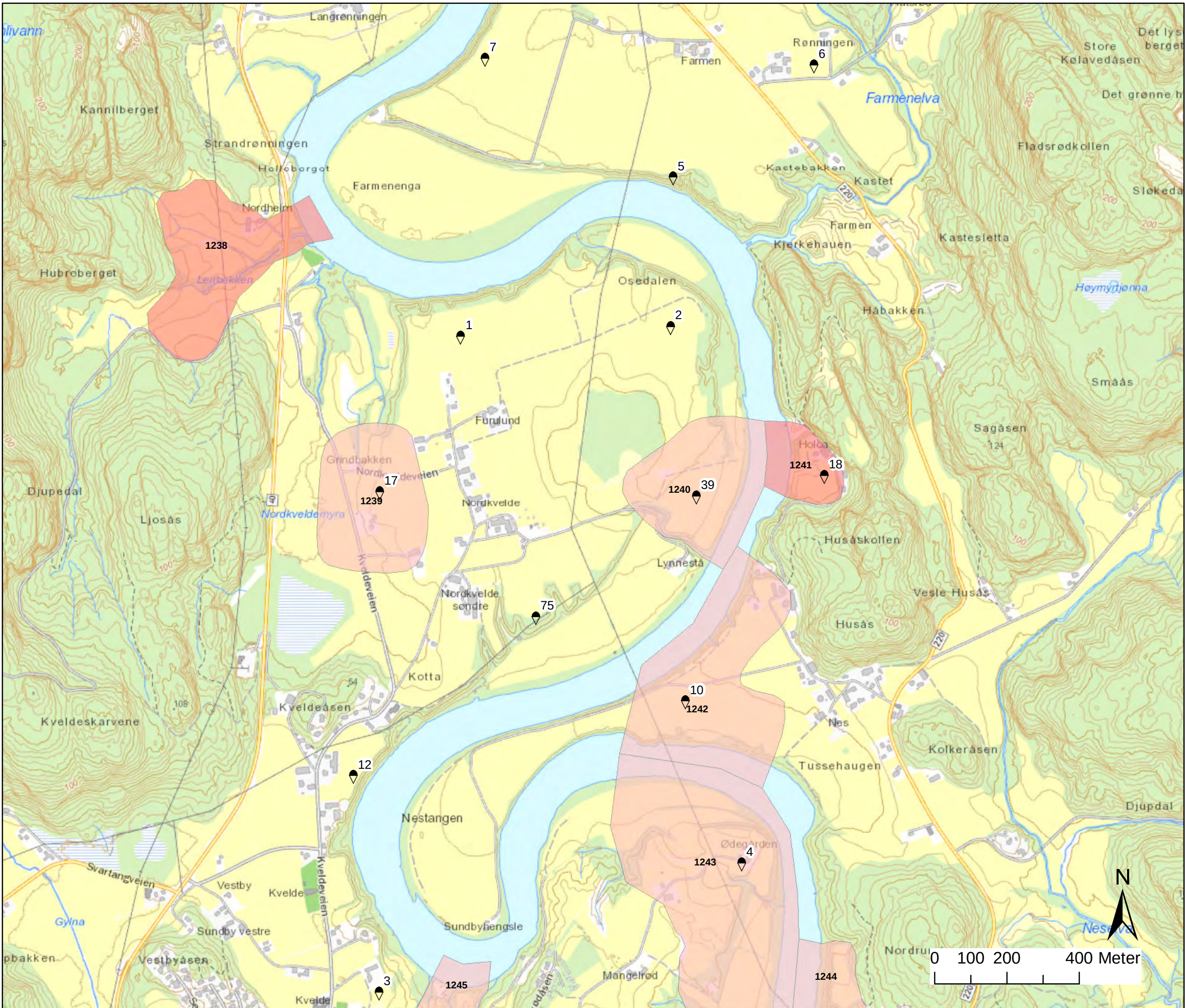
- Metode ukjent
- Dreietrykksondering
- CPTU
- Bergkontrollboring
- DreieSondering
- EnkelSondering
- RamSondering
- TotalSondering

Faregradklasse - Kvikkleire SkredfaregradKlasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:20 000

Lardal og Larvik kommuner		
Borpunkt plasseringer	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. D-2
Odbergneset og Husvann	Utført JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH	Godkjent CH
NGI		



Tegnforklaring

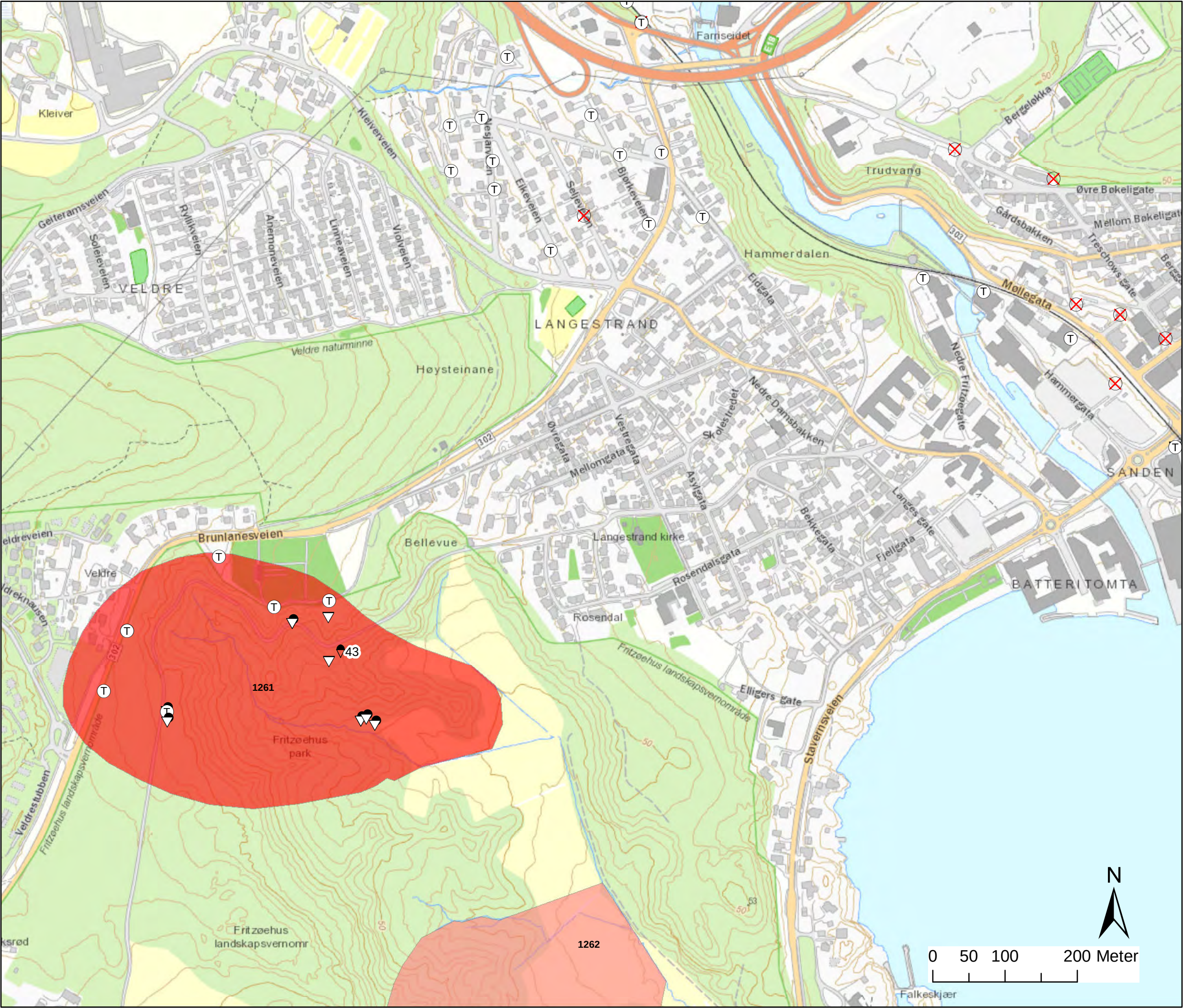
- Metode ukjent
- Dreietrykkssondering
- CPTU
- Bergkontrollboring
- DreieSondering
- EnkelSondering
- RamSondering
- TotalSondering

Faregradklasse - Kvikkleire SkredfaregradKlasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:10 000

Lardal og Larvik kommuner		
Borpunkt plasseringer	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. D-3
Farmen og Tussehaugen	Utført JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH	Godkjent CH
NGI		



Tegnforklaring

- Metode ukjent
- Dreietrykksondering
- CPTU
- Bergkontrollboring
- DreieSondering
- EnkelSondering
- RamSondering
- TotalSondering

Faregradklasse - Kvikkleire SkredfaregradKlasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:5 000

Lardal og Larvik kommuner		
Borpunkt plasseringer	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. D-4
Fritzøområdet	Utført JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH	Godkjent CH
NGI		

Vedlegg E

GRUNNLAG FOR BEREGNINGER AV STORMFLO OG HAVNIVÅSTIGNING

Innhold

E1	Havnivåstigning og stormflo i Norge	2
E2	Valg av scenario for stormflo	2
E3	Resultater – regional modellering av stormflo	4

E1 Havnivåstigning og stormflo i Norge

Årsak til høy vannstand langs norskekysten er astronomisk påvirkning, f. eks. springflo (høyeste vannstand: HAT-highest astronomical tide) og værrets påvirkning, f. eks. lågtrykk og/eller SV vind som trykker vannet inn mot kysten. Lågtrykk, sterke vinder og nedbør i kombinasjon med springflo kan lede til meget høy vannstand og stormflo (DSB, 2009). I Sør-Norge er værrets innvirkning mye sterkere enn den astronomiske, slik at stormflo kan oppstå uavhengig av tidevann (Simpson m.fl., 2015). For Oslofjorden og Sørlandet er det vind og lufttrykk i Nordsjøen og Skagerak som bestemmer hvor høy vannstanden kan bli (Gjevik og Hareide, 2000; Gjevik m.fl., 2003). For områdene lenger nord langs norskekysten så er det andre elementer som dominerer vannivået (f.eks. i Midt-Norge så er det lavtrykkenes fart og retning i forhold til kontinentalsokkelen som først og fremst har betydning; Johansen, 1959). Generelt kan et trykkfall på 1 hPa gi en økning på havnivå på 1 cm (og tilsvarende omvendt ved trykkøkning). For at dette skal gjelde må trykkendringen få virke på havet over en tilstrekkelig lang periode (ikke flyktige lavtrykk; Gjevik, 2009). Store nedbørsmengder kan ha en viss innvirkning på stormflo, men primært i såkalte terskelfjorder som har trange og grunne innløp. Eksempler på dette er indre Oslofjord samt Drammensfjorden. Tersklene i disse fjordene demmer opp flomvannet som renner ut i fjorden fra elvene innenfor (Gjevik, 2009).

Nåværende vannstand kan påvirkes av (framtidig) stigende havnivå. Havnivåstigningen i Norge er sterkt avhengig av landhevningen og derfor er det store lokale variasjoner. Observert havnivåstigning i Norge de seneste 100 årene er ca. 14 cm, mens landhevningen var mer enn 14 cm/100 år i store deler av Norges kystområder og dermed også større enn havnivåstigningen (Hanssen-Bauer m.fl., 2009). Dette forventes å endre seg med klimaendringer. I følge DSB (2009) kan havnivået ved Sørlands- og Vestlands-kysten stige med rundt 70 cm fram til år 2100. Dette kan lede til at stormfloene blir høyere og strekker seg lengre inn på land, spesielt i de lavereliggende områdene (DSB, 2011). På grunn av Norges topografi er det ingen stor sjanse for alvorlige stormflokatastrofer under nåværende klimaforhold. Men stormflo forekommer, spesielt langs SV kysten. En undersøkelse av DSB (2015b) viser at 6 av 10 kommuner langs den norske kysten er blitt rammet av stormflo en eller flere ganger de siste 15 årene. I de siste tiår er det rapportert oversvømmelser og materielle skader blant annet i 1987, 1990, 2005 og 2011 (www.vannstand.no, 2015; DSB, 2015b). Lowe and Gregory (2005) og Debernard og Røed (2008) har undersøkt potensielle framtidige forandringer av stormflohøyder langs den norske kysten, og kom fram til at stormflohøydene kommer til å øke i framtiden. Om det blir alvorlige konsekvenser eller skader kommer an på vind, vannstand, bølger, vassdrag, nedbør, topografi, batymetri (dybde i sjø), forhold i strandlinjen, bebyggelse og vegetasjon.

E2 Valg av scenario for stormflo

I Hanssen-Bauer m.fl. (2009) og DSB (2009) finnes det scenarier for en 100 års stormflo for norske kystkommuner, basert på Rahmstorf (2007) og Drange m.fl. (2007), se Tabell

E2-1. Beregningen for Larvik baserer seg på vannstandsdata fra Helgeroa, inkl. HAT, havnivåstigning (Rahmstorf, 2007; Drange m.fl., 2007), landhevning og klimapåslag på grunn av økende stormaktivitet (Lowe og Gregory, 2005). Det som er inkludert i beregningene er relativ havnivåstigning (dvs. at landhevning er trukket i fra) i Larvik, i gjennomsnitt 15 cm til 2050 og 58 cm til 2100. 100 års stormflo 2100 beregnes til å ligge gjennomsnittlig på 230 cm.

Tabell E2-1: Øvre og nedre verdier for havnivåstigning og stormflo (100 års gjentakintervall) medregnet usikkerheter i havnivåstigning (Hanssen-Bauer, 2009; DSB, 2009).

Havnivåstigning beregnes: 31 cm/50 år (90 cm/100 år) – lokal landhevingsrate.

100 års stormflo beregnes: HAT relativt NN1954 + 100 års gjentakintervall relativt HAT + havnivåstigning i år 2050/2100 + antatt økning i stormaktivitet (5cm/50 år, 10 cm/100 år).

**Middelverdier for Larvik.*

	2050				2100			
	Havstigning (cm)		100 års stormflo (cm) relativt NN1954		Havstigning (cm)		100 års stormflo (cm) relativt NN1954	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Tromsø	10	32	229	251	43	98	267	322
Trondheim	-1	21	246	268	22	77	274	329
Bergen	15	37	178	200	53	108	221	276
Stavanger	17	39	143	165	58	113	189	244
Oslo	-1	21	189	211	21	76	216	271
Larvik	7	29	174	196	38	93	210	265
Larvik*	15		182		58		230	

Nyere resultater basert på IPCC (2013) scenarier finnes i Simpson m.fl. (2015). De har beregnet gjentakintervaller av ekstreme vannivåer (fra målestasjoner) med ACER (Average conditional exceedance rate) metoden, Tabell E2-2. Verdiene i Tabell E2-2 viser gjentakshøyder over middelvannstand, uten klimapåslag, bølger eller lokal oppstuvning av vann på grunn av vind.

Tabell E2-2: Gjentakshøyder ved norske tidevannsmålere (1996-2014), Simpson m.fl. (2015)

Lokasjon	Nærmeste tidevannsmåler (korreksjonsfaktor)	20 års gjentakshøyde (cm over middelvannstand)	200 års gjentakshøyde (cm over middelvannstand)	200 års gjentakshøyde (cm, NN1954)	1000 års gjentakshøyde (cm over middelvannstand)
Larvik	Helgeroa (-9 cm)	126	151	142	167

Beregnete verdier for stormflo kan øke dramatisk når havnivået stiger (Simpson m.fl., 2015). Simpson m.fl. (2015) har beregnet regionale framskrivninger for havnivåstigning i Norge som baserer seg på IPCC Fifth Assessment Report (AR5) og resultat fra

”Coupled Model Intercomparison Project” Phase 5 (CIMP5). Resultatene for Larvik er presentert i Tabell E2-3.

Tabell E2-3: Regional framskrivning for endring av havnivå (Simpson m.fl., 2015). Scenariene er basert på AR5 (Fifth Assessment Report of ICPP) og CMIP5 (klimamodel) og inkluderer effekten av landheving.

	Lokasjon	2041-2060 (middel) (cm)	2081-2100 (middel) (cm)	2100 (middel) (cm)
RCP 2.6	Larvik	5	7	7
RCP 4.5	Larvik	6	14	15
RCP 8.5	Larvik	10	32	38

Scenariet som er valgt for stormfloberegningene for Larvik kommune er sammenfattet i Tabell E2-4. Vi har brukt 200 års vannstand fra Simpson m.fl. (2015), se Tabell E2-2. I dette tallet ligger også effekten av det atmosfæriske trykket samt effekten av vindoppstuvning på en større regional skala. Den lokale effekten av vindoppstuvningen og bølgene kommer i tillegg. Havnivåstigningen for 2065 har vi ut fra verdiene i Tabell E2-3 estimert til 15 cm. Vi har også valgt å bruke HAT for tidevannets innvirkning (den er ifølge www.sehavniva.no på 21 cm (NN54) for alle områdene), samt et klimapåslag på 5 cm. Vi ender dermed opp med et samlet vannivå før lokal effekt av vind (oppstuvning og bølger) og eventuelt flom fra Numedalslågen (kun for områdene rundt Larvik) på 142+15+21+5 cm = 183 cm (NN54). For oppstuvning av vann og bølger har vi brukt en vind på 30 m/s fra sør-vest (225°), basert på historikk fra Færder fyr (eklima.met.no).

Tabell E2-4: Valgt scenario for stormfloberegninger, Larvik kommune

Havnivåstigning, Larvik* 2065	200 års vannstand, Larvik*	Klimapåslag**	Bølger og vindoppstuvning
15 cm	142 cm (NN1954)	5 cm (50 år)	Modelleres

* estimert for 2065 fra Simpson m.fl. (2015)

** Lowe & Gregory (2005) og DSB (2009).

E3 Resultater – regional modellering av stormflo

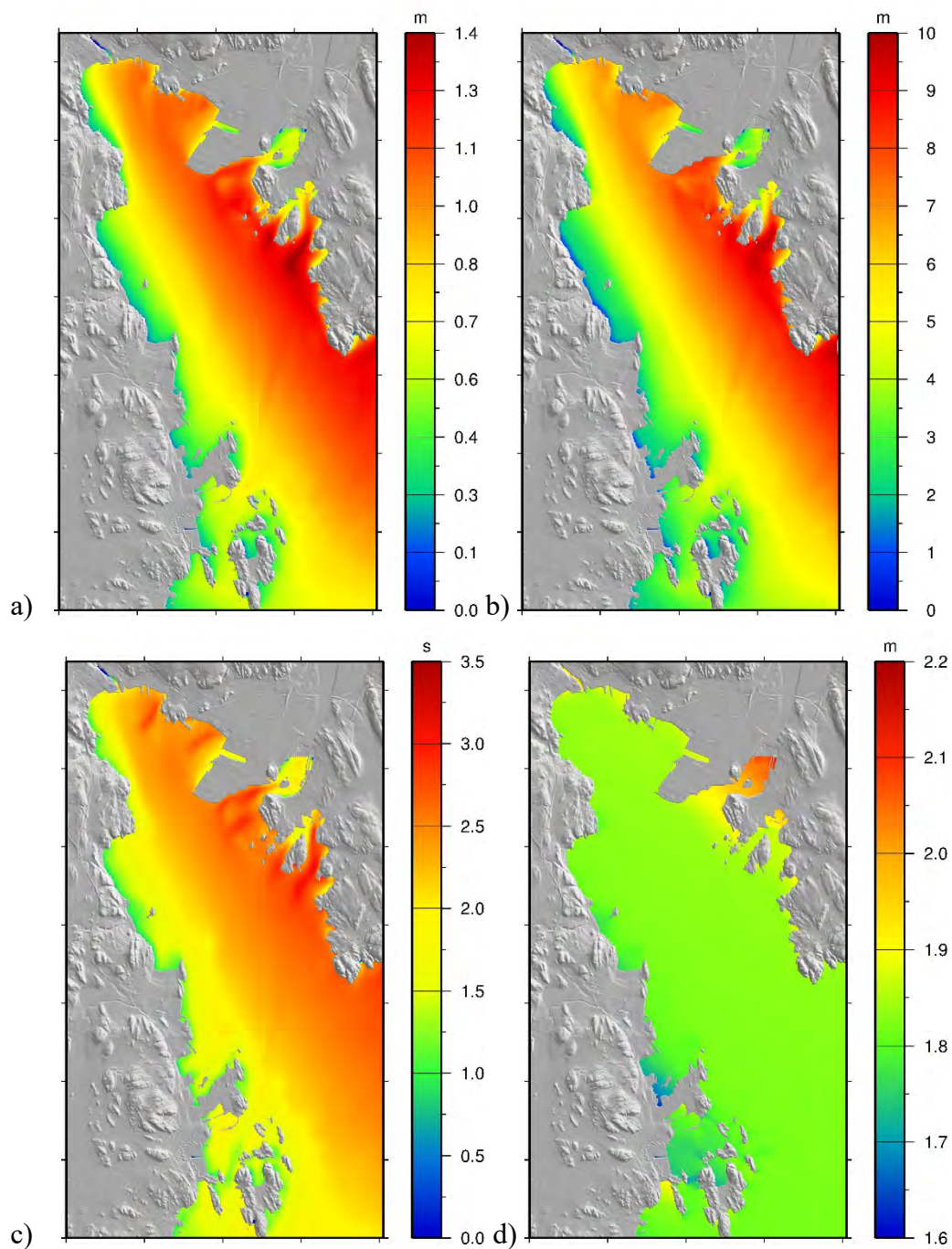
Delft3D er en verdensledende 3-dimensjonal modelleringspakke for å undersøke og beregne ulike former for hydrodynamikk, sediment-transport og morfologi samt vannkvalitet i kystnære miljøer (<https://oss.deltares.nl/web/delft3d/>). Store deler av denne modellpakken er tilgjengelig i åpen kildekode. I våre beregninger har vi brukt modellene Delft3D-FLOW og Delft3D-WAVE. Førstnevnte brukes for å modellere vindoppstuvning mens sistnevnte er en bølgemodell (som frittstående kalles denne SWAN, Simulating Waves Near-Shore). Denne er egnet for modellering av vind-genererte bølger, også for områder med høy gitteroppløsning som er nødvendig å bruke i kompliserte geometrier. Modellen brukes bl.a. for varsling i Trondheimsleia. Modellen

tar hensyn til de spesielle forhold som gjelder for bølger når de kommer inn på grunt vann. For stormfloberegningene som er gjort for Larvik er modellene for stormflo og bølger koblet. Sluttresultatet gir da samlet effekt av vindoppstuvning og bølger.

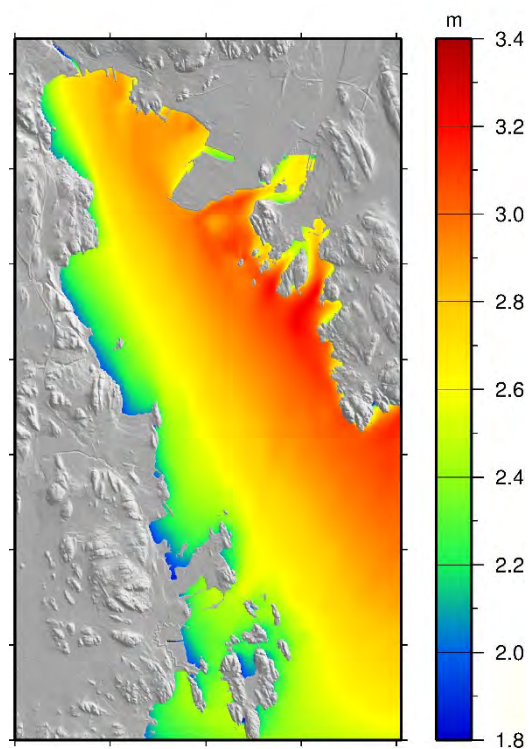
Delft3D-WAVE beregner signifikant bølgehøyde. Vi er interessert i å ta ut de høyeste bølgetoppene. I følge met.no så vil de høyeste bølgene være 1.6-1.8 ganger høyere enn signifikant bølgehøyde. Samtidig måles bølgehøyde som den vertikale høydeforskjellen mellom bølgedal og bølgetopp. Amplituden som er høyden fra likevekt til bølgetopp er derfor omtrent halvparten av bølgehøyden. For å finne bølgenes innvirkning på vannivået både i fjorden og innover land ganger vi signifikant bølgehøyde med 1.8 og deler på 2.

For beregningene har vi brukt batymetriske data for sjø og laserdata for land. Sjødataene baserer seg på de best tilgjengelige dataene for sjødybder, interpolert over på et gitter med 25 m oppløsning. Dataene er levert av Geodatasenteret AS. Laserdataene er formidlet av Larvik kommune og har høydereferanse NN2000.

Det er gjort to beregninger for denne studien, en for Larvik/Nevlunghavn og en for alle områder i Larviksfjorden. For førstnevnte område har vi brukt en oppløsning på 10 m for både vindoppstuvningen og bølgene. For Larviksfjorden har vi brukt henholdsvis 10 m og 20 m. Før beregningene starter legger vi på en vannføring i Lågen tilsvarende 50 års flom, samt hever vannivået til 183 cm (se over). I dette tallet er det medtatt 200 års vannstands nivå, klimapåslag, tidevann og framtidig havnivåstigning. Randbetingelsene ut mot storhavet er gitt som en fast verdi på vannivået tilsvarende initialbetingelsen over (183 cm). Dette vil kunne innvirke noe på løsningen i de ytre delene av beregningsområdene, men ikke inn mot områdene som vi skal undersøke. I Figur E3-1 vises spesifikke resultater for bølge- og stormflomodellen. Vi ser tydelig effekten av at vinden kommer fra SV ved at fjorden er minst påvirket i vest, men desto større oppstuvning og effekt av bølger mot øst. Bidraget til overflatehevningen på grunn av bølger er opp til 1.4 m utenfor Hølen, men avtar en del når bølgene kommer inn mot land og ikke minst beveger seg inn over land hvor bølgene utsettes for brytning og dermed reduksjon av høyden. Videre ser vi at gjennomsnittlig bølgelengde varierer fra under 1 m i vest til opp mot 10 m i øst. Bølgeperioden ligger i området 1.0-3.0 s. Den rene effekten av vindoppstuvningen varierer fra negativ verdi i vest (vinden blåser vannet mot øst), til opptil 10-30 cm. Størst oppstuvning får vi inn mot Numedalslågen og Hølen. Ved å kombinere bidraget fra bølger og vindoppstuvning, får vi en samlet effekt på den overflatehevningen som varierer fra 1.8 m i vest til opptil 3.2 m i øst, se Figur E3-2. Igjen ser vi at den samlede maksimale overflatehevningen avtar inn mot grunnere områder hvor bølger bryter.



Figur E3-1: Resultater i Larviksfjorden for bølgemodellen og modellen for vindoppstuvning: a) maksimal høyde for bølgene (målt fra likevektsnivå), b) gjennomsnittlig bølgelengde c) gjennomsnittlig bølgeperiode, og d) oppstuvning av vannet på grunn av vinden (uten effekten av bølger). Alle høyder over er gitt i NN54. I nedre høyre delfigur inkluderer verdiene startverdien på vannivået før beregningene starter på 1.83 m. Verdier på land er ikke medtatt her.



Figur E3-2: Maksimalverdier for kombinasjonen vindoppstuving og bølger, målt ut fra NN54. Verdiene inkluderer startverdien på vannivået på 1.83 m.

Vedlegg F

KART OG TEGNINGER - RESULTATER

Innhold

F1 Kart

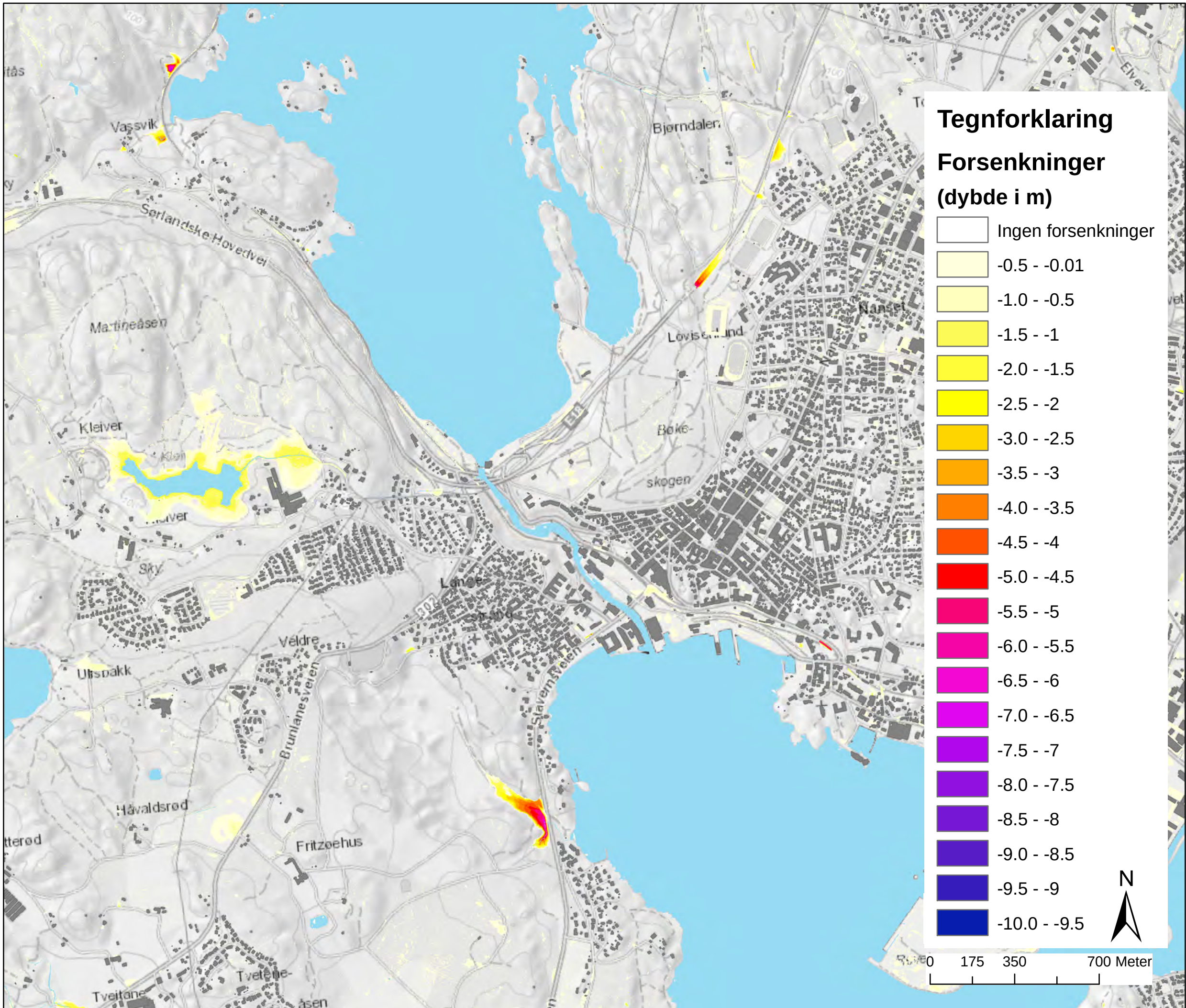
- F1.1 Urban flom
- F1.2 Steinsprang
- F1.3 Flomarealkart
- F1.4 Stormflo
 - F1.4.1 Maksimal flomdybde
 - F1.4.2 Maksimal overflateheving

F2 Tegninger

- F2.1 Kvikkleire
 - Tegning nr. K1 Oversiktskart kvikkleiresoner med faregrad i Lardal kommune
 - Tegning nr. K2 Oversiktskart kvikkleiresoner med faregrad i Larvik kommune
- F2.2 Aktsomhetskart ravinerings
 - Tegning nr. S1 Aktsomhetskart for jordskred og ravinerings – Odberghneset Nord
 - Tegning nr. S2 Aktsomhetskart for jordskred og ravinerings – Odberghneset Sør
 - Tegning nr. S3 Aktsomhetskart for jordskred og ravinerings – Svingdalen
 - Tegning nr. S4 Aktsomhetskart for jordskred og ravinerings – Husvann

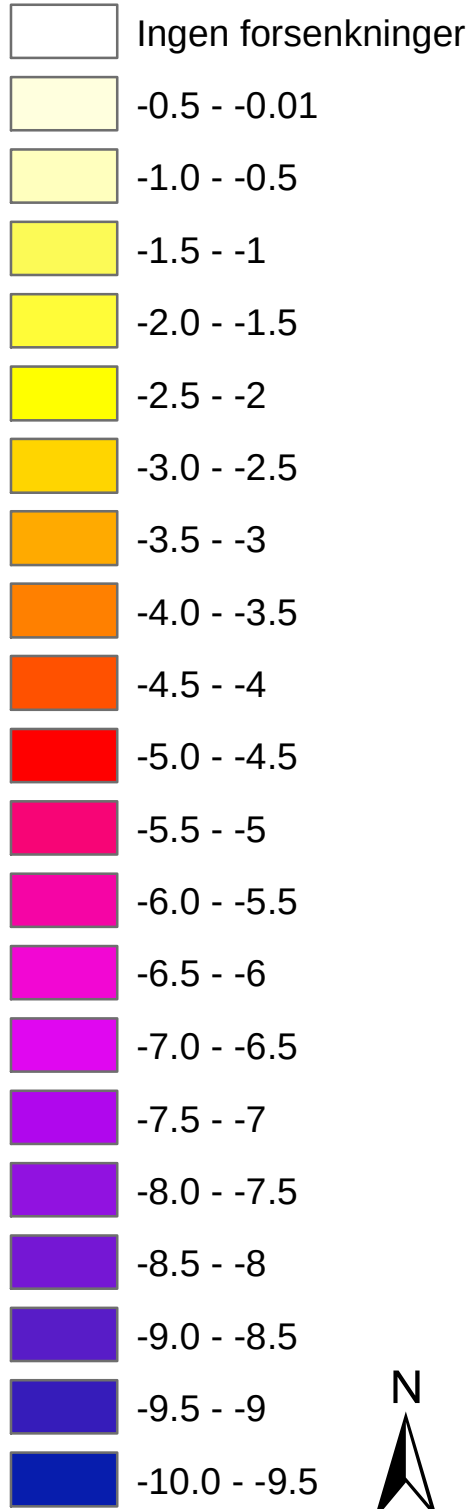
F1 Kart

F1.1 Urban flom

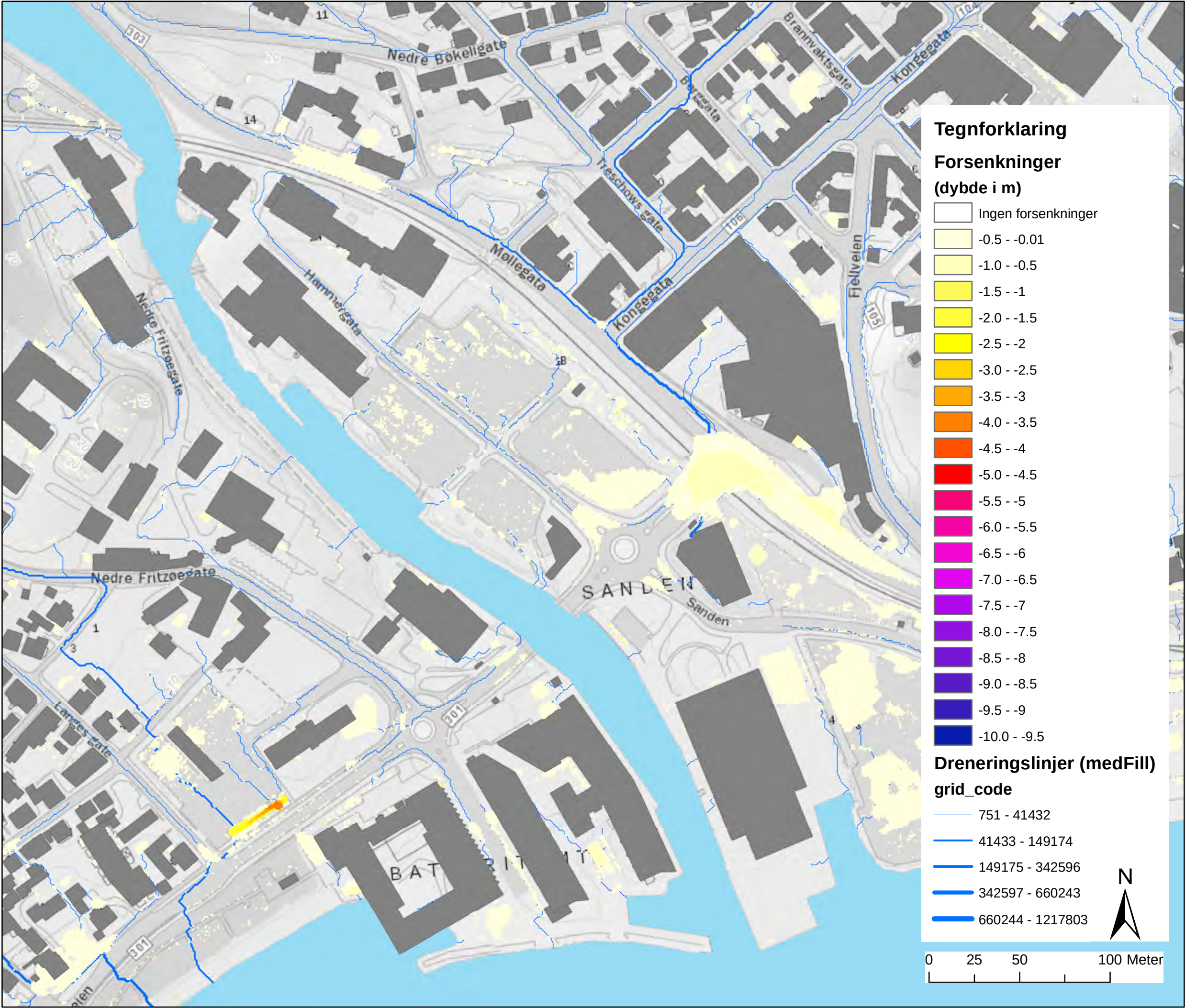


Tegnforklaring

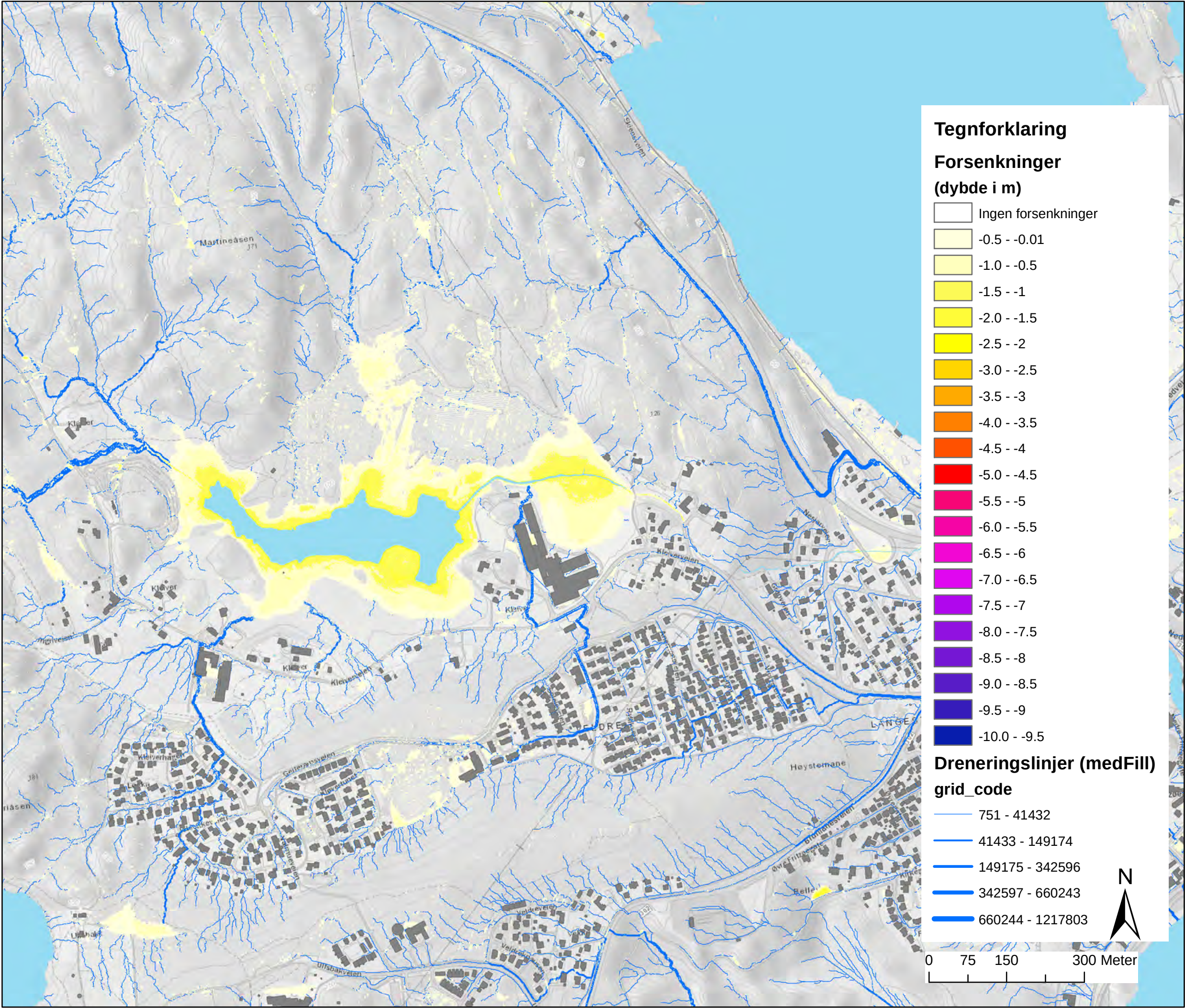
Forsenkninger (dybde i m)



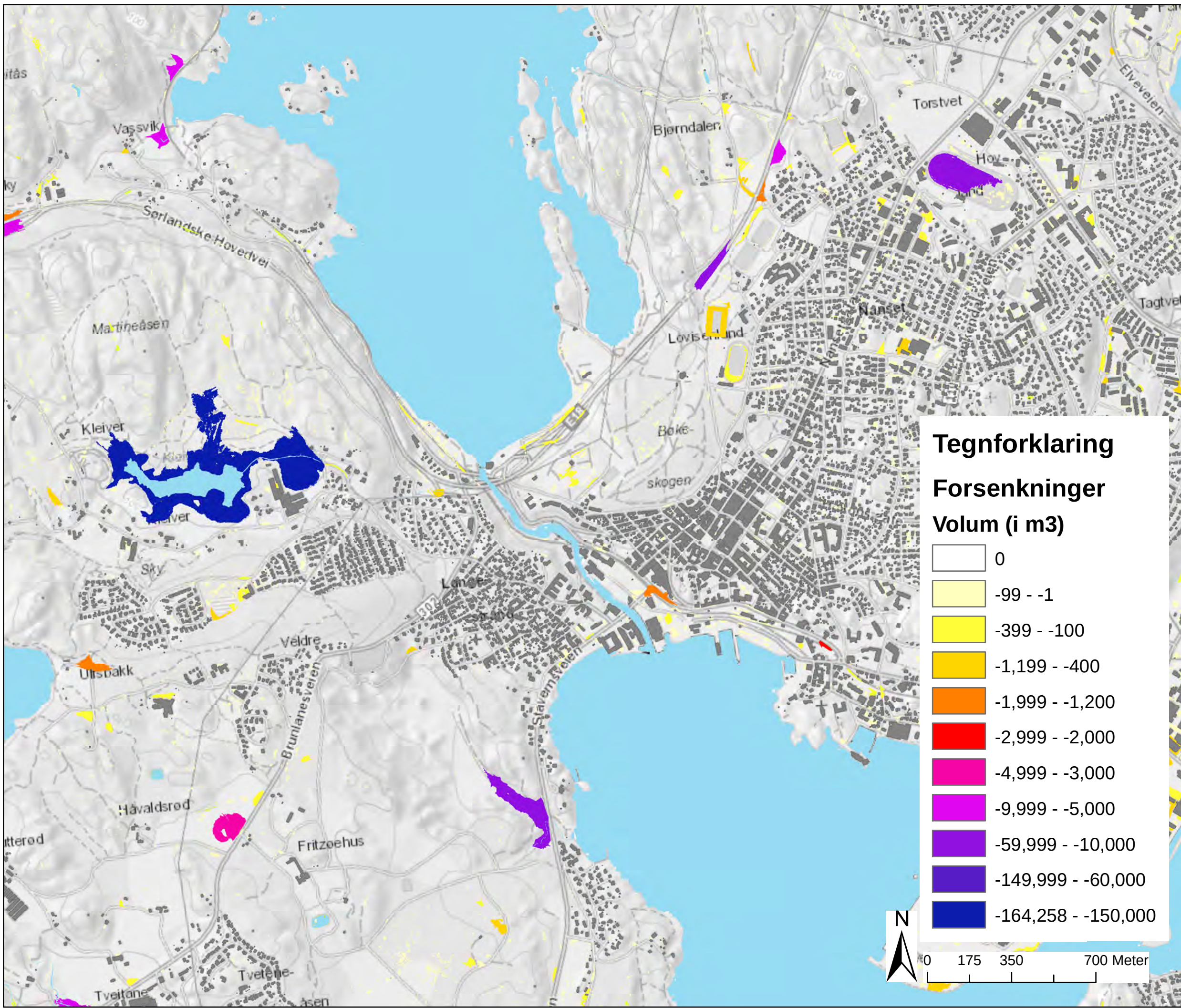
Urban flom, forsenkninger (dybde)		
Oversiktskart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-4
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
	NGI	



Urban flom, forsenkninger (dybde)		
Detaljkart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-5
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
NGI		



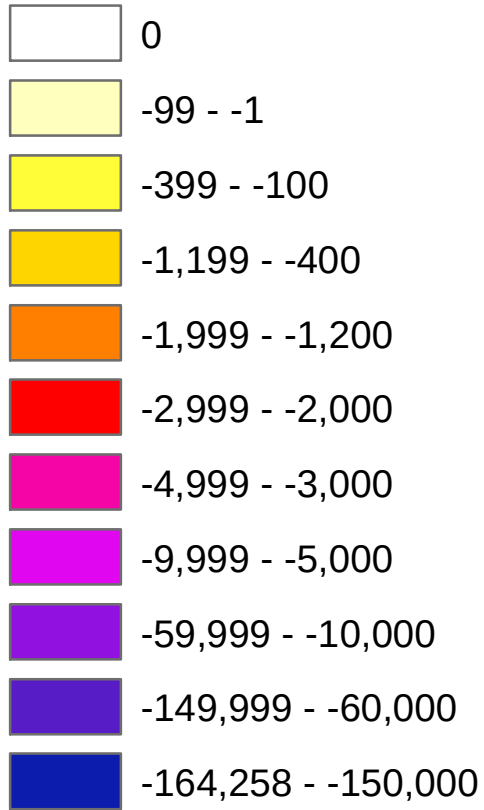
Urban flom, forsenkninger (dybde)		
Detaljkart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-6
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
NGI		



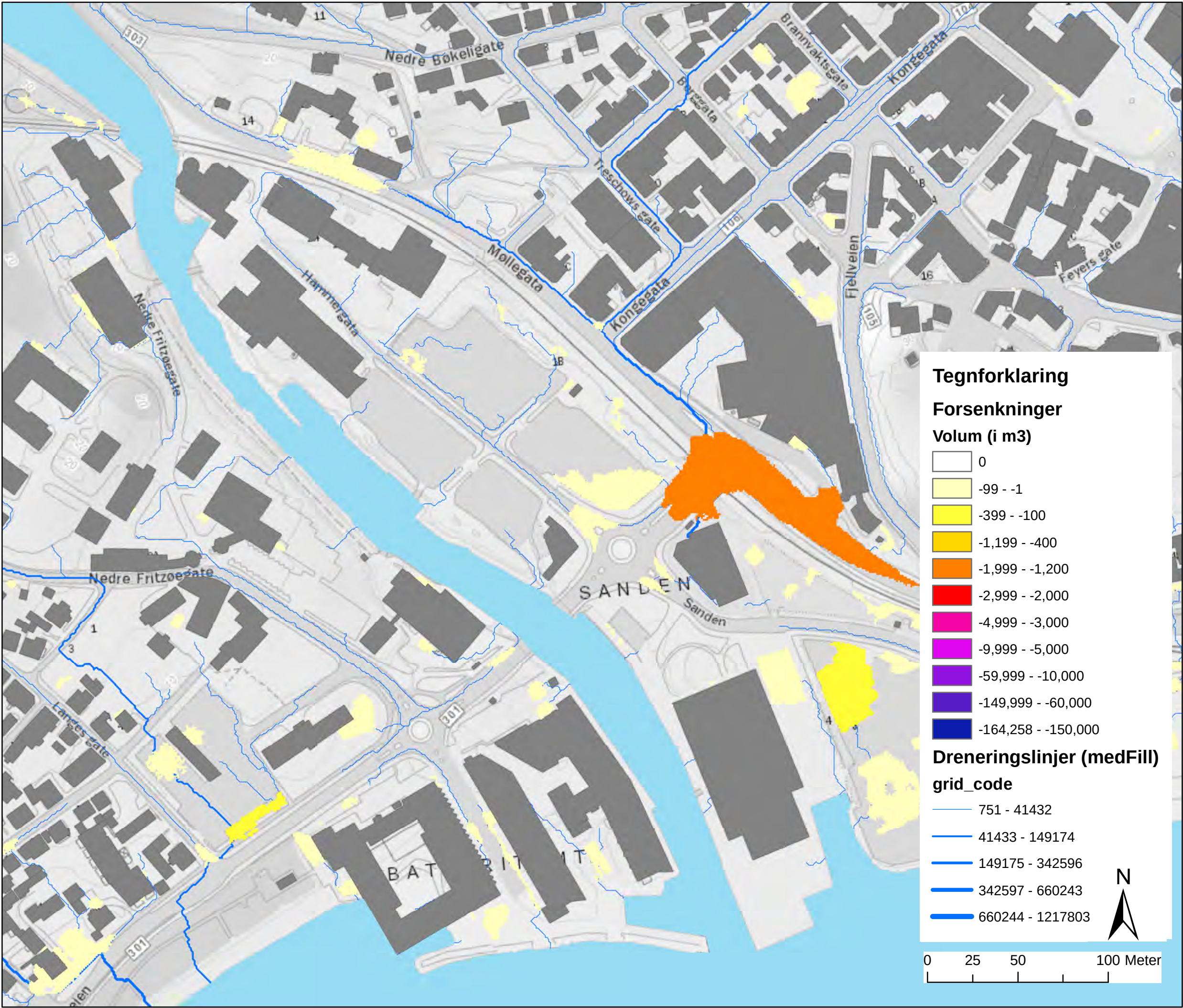
Tegnforklaring

Forsenkninger

Volum (i m3)



Urban flom, forsenkninger (volum)		
Oversiktskart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-7
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
	NGI	



Tegnforklaring

Forsenkninger

Volum (i m3)

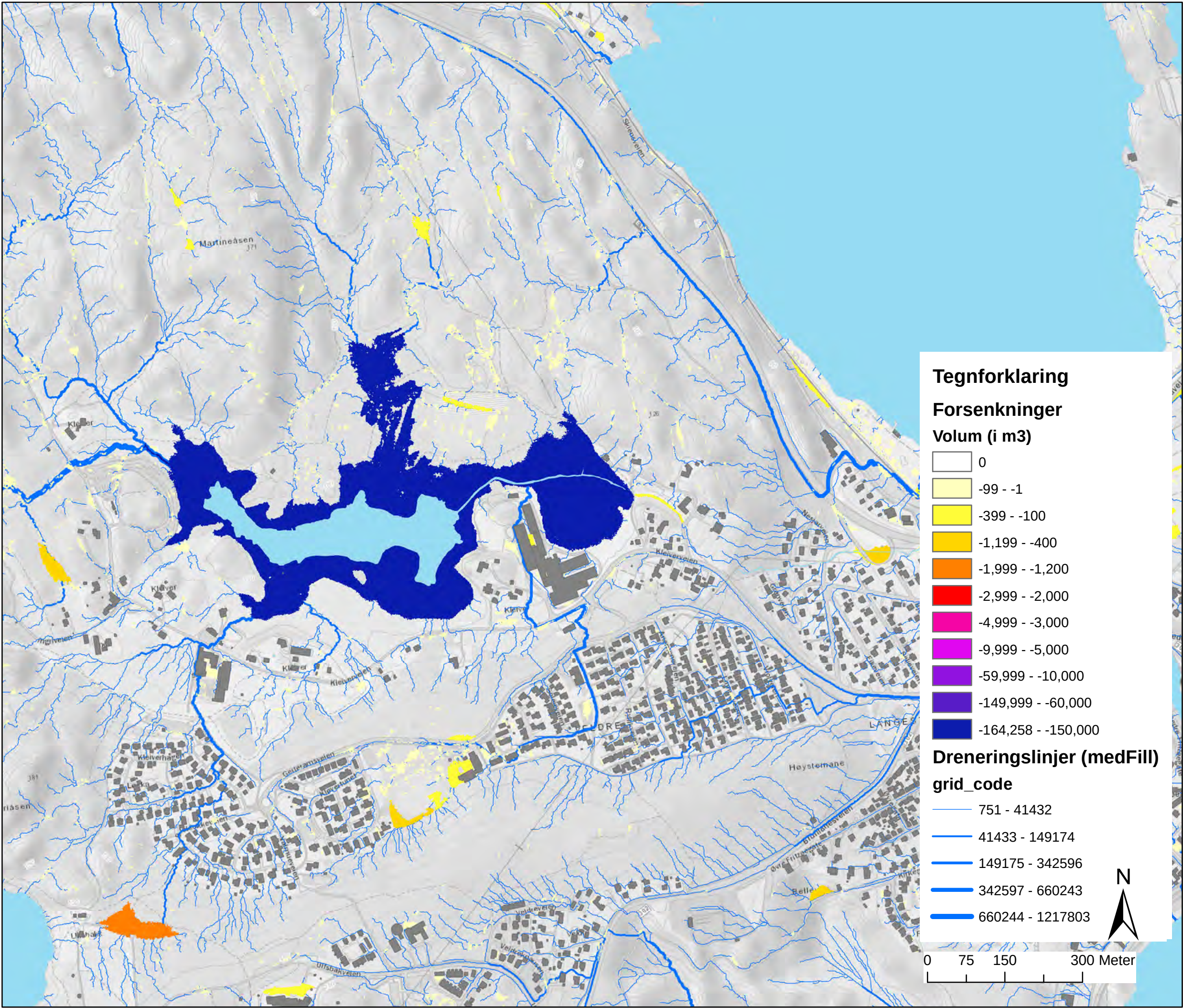
- 0
- 99 - -1
- 399 - -100
- 1,199 - -400
- 1,999 - -1,200
- 2,999 - -2,000
- 4,999 - -3,000
- 9,999 - -5,000
- 59,999 - -10,000
- 149,999 - -60,000
- 164,258 - -150,000

Dreneringslinjer (medFill)

grid_code

- 751 - 41432
- 41433 - 149174
- 149175 - 342596
- 342597 - 660243
- 660244 - 1217803

Urban flom, forsenkninger (volum)		
Detaljkart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-8
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
NGI		



Tegnforklaring

Forsenkninger

Volum (i m3)

- 0
- 99 - -1
- 399 - -100
- 1,199 - -400
- 1,999 - -1,200
- 2,999 - -2,000
- 4,999 - -3,000
- 9,999 - -5,000
- 59,999 - -10,000
- 149,999 - -60,000
- 164,258 - -150,000

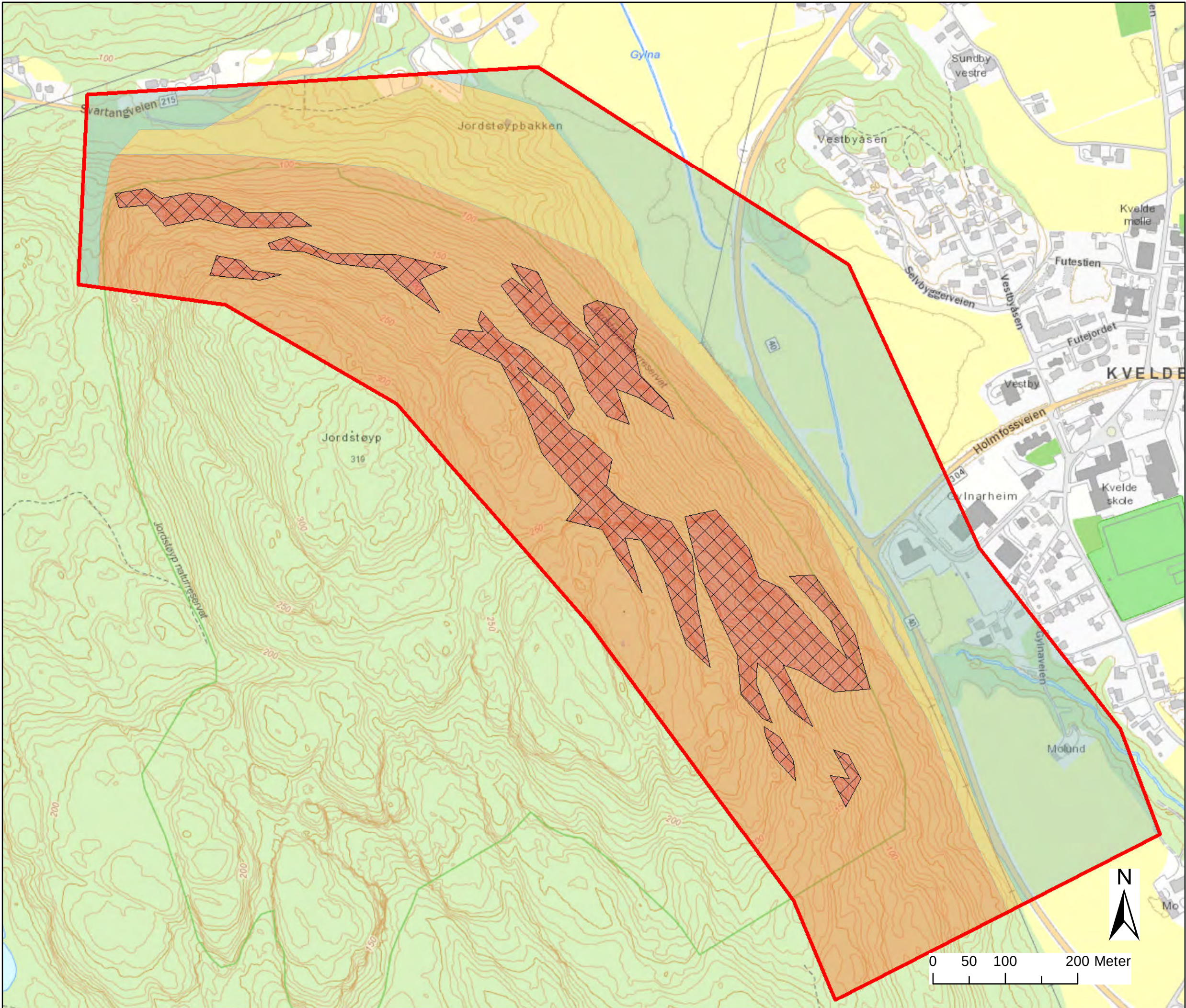
Dreneringslinjer (medFill)

grid_code

- 751 - 41432
- 41433 - 149174
- 149175 - 342596
- 342597 - 660243
- 660244 - 1217803

Urban flom, forsenkninger (volum)		
Detaljkart	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-9
	Utført RF	Dato 2016-04-13
	Kontrollert HCS	Godkjent CH
	NGI	

F1.2 Steinsprang



Tegnforklaring

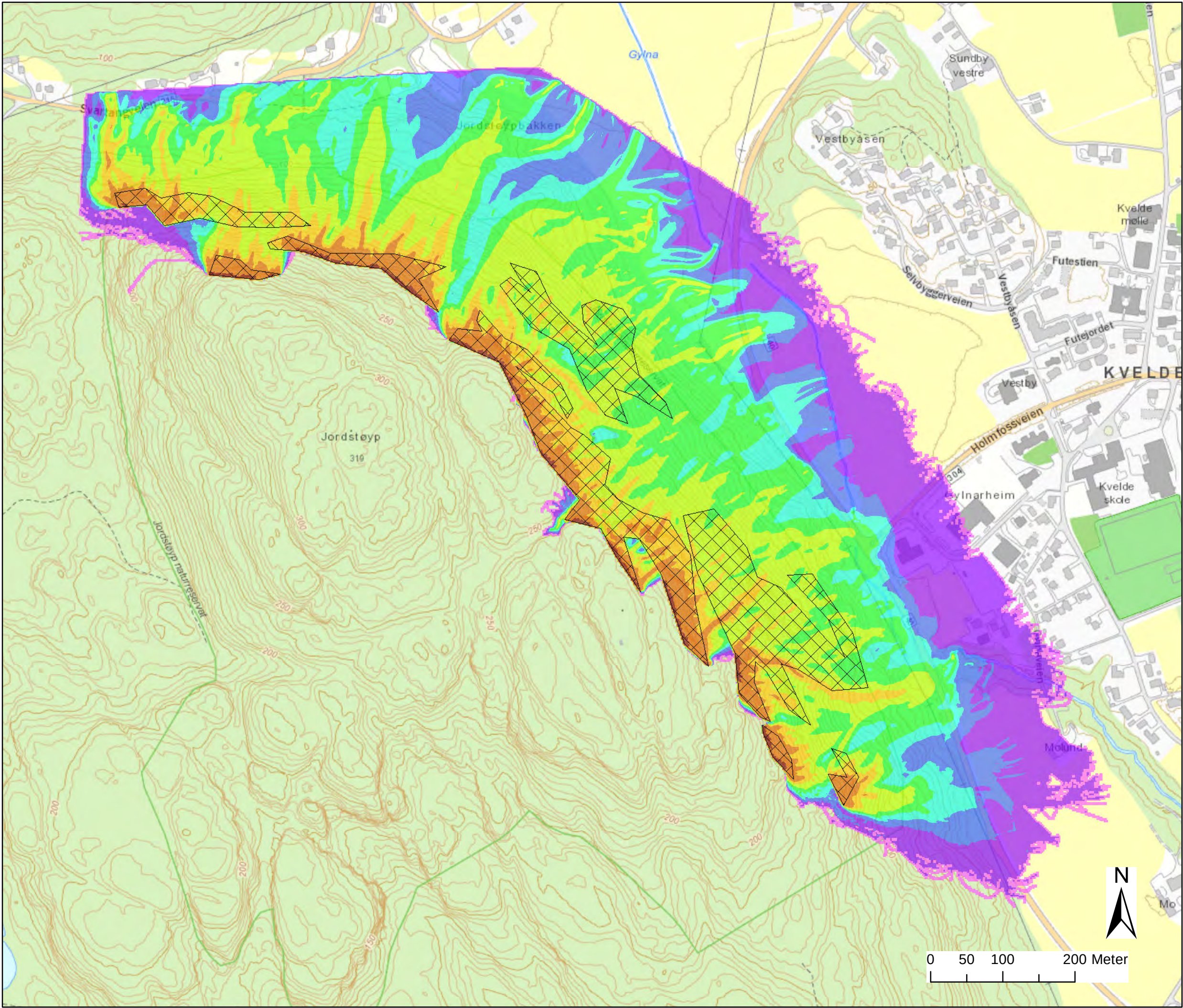
- Beregningsområde
- Løснеområde

Bakketype

- Finkornet materiale (dybde > 50 cm)
- Grov ur ($\varnothing > \sim 5$ cm)
- Asfaltveg, klippeparti med tynt dekke av løsmasser eller ur
- Klippeparti

Målestokk (A3): 1:5 000

Rocky for 3D-modellering		
Jordstøyp	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. FD2-3
Eksempel på en steinsprang-modellering. Blokkstørrelse 5 m ³ , 1000 simuleringer.	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert CH	Godkjent CH



Tegnforklaring

⊠ Løsneområde

Sannsynlig utstrekning (%)

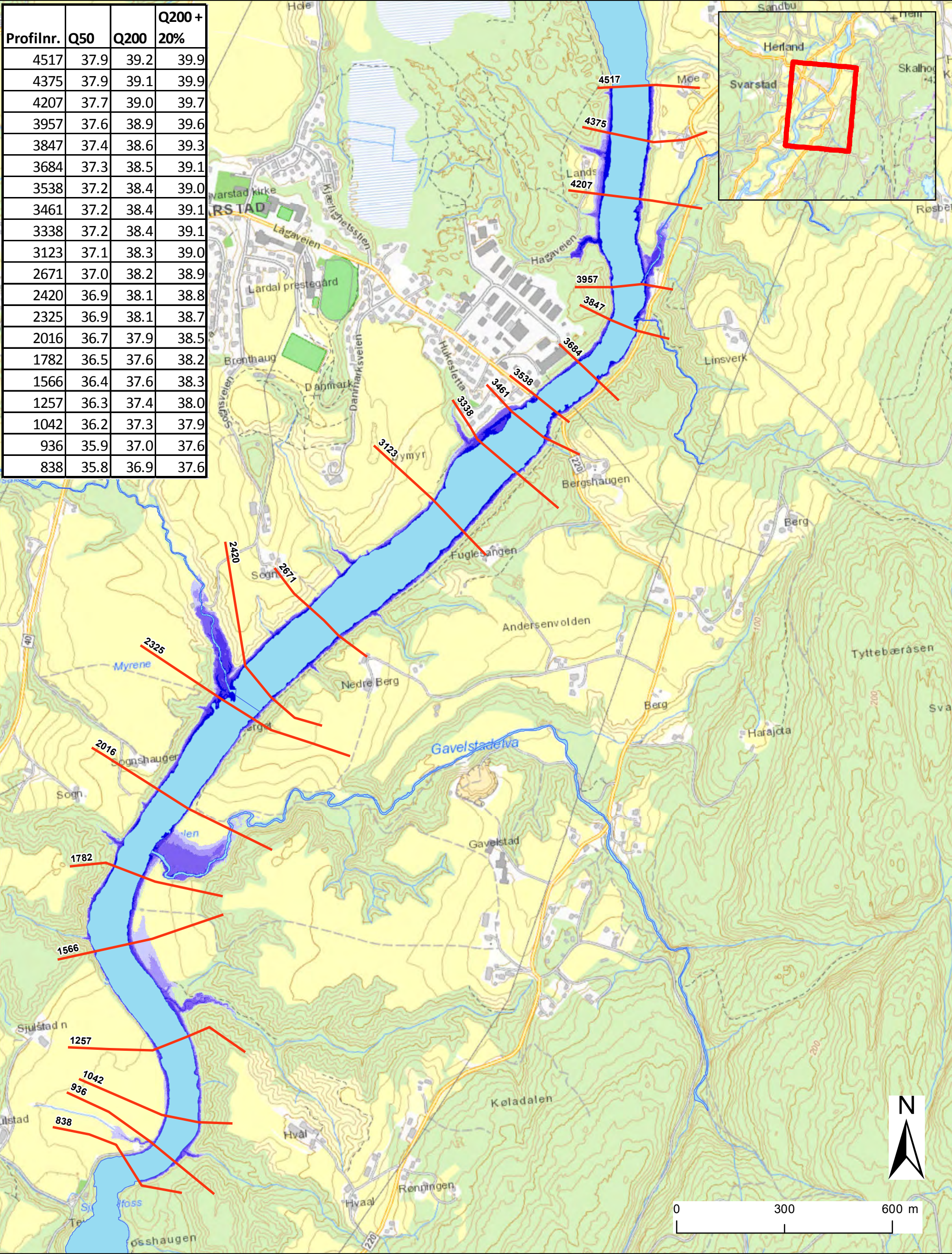
- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

Målestokk (A3): 1:5 000

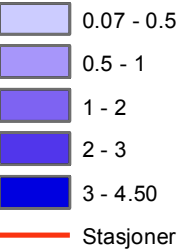
Rocky for 3D-modellering		
Jordstøyp	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. F4-28
Eksempel på en steinsprang-modellering. Blokkstørrelse 5 m ³ , 1000 simuleringer.	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert CH	Godkjent CH
	NGI	

F1.3 Flomarealkart

Profilnr.	Q50	Q200	Q200 + 20%
4517	37.9	39.2	39.9
4375	37.9	39.1	39.9
4207	37.7	39.0	39.7
3957	37.6	38.9	39.6
3847	37.4	38.6	39.3
3684	37.3	38.5	39.1
3538	37.2	38.4	39.0
3461	37.2	38.4	39.1
3338	37.2	38.4	39.1
3123	37.1	38.3	39.0
2671	37.0	38.2	38.9
2420	36.9	38.1	38.8
2325	36.9	38.1	38.7
2016	36.7	37.9	38.5
1782	36.5	37.6	38.2
1566	36.4	37.6	38.3
1257	36.3	37.4	38.0
1042	36.2	37.3	37.9
936	35.9	37.0	37.6
838	35.8	36.9	37.6



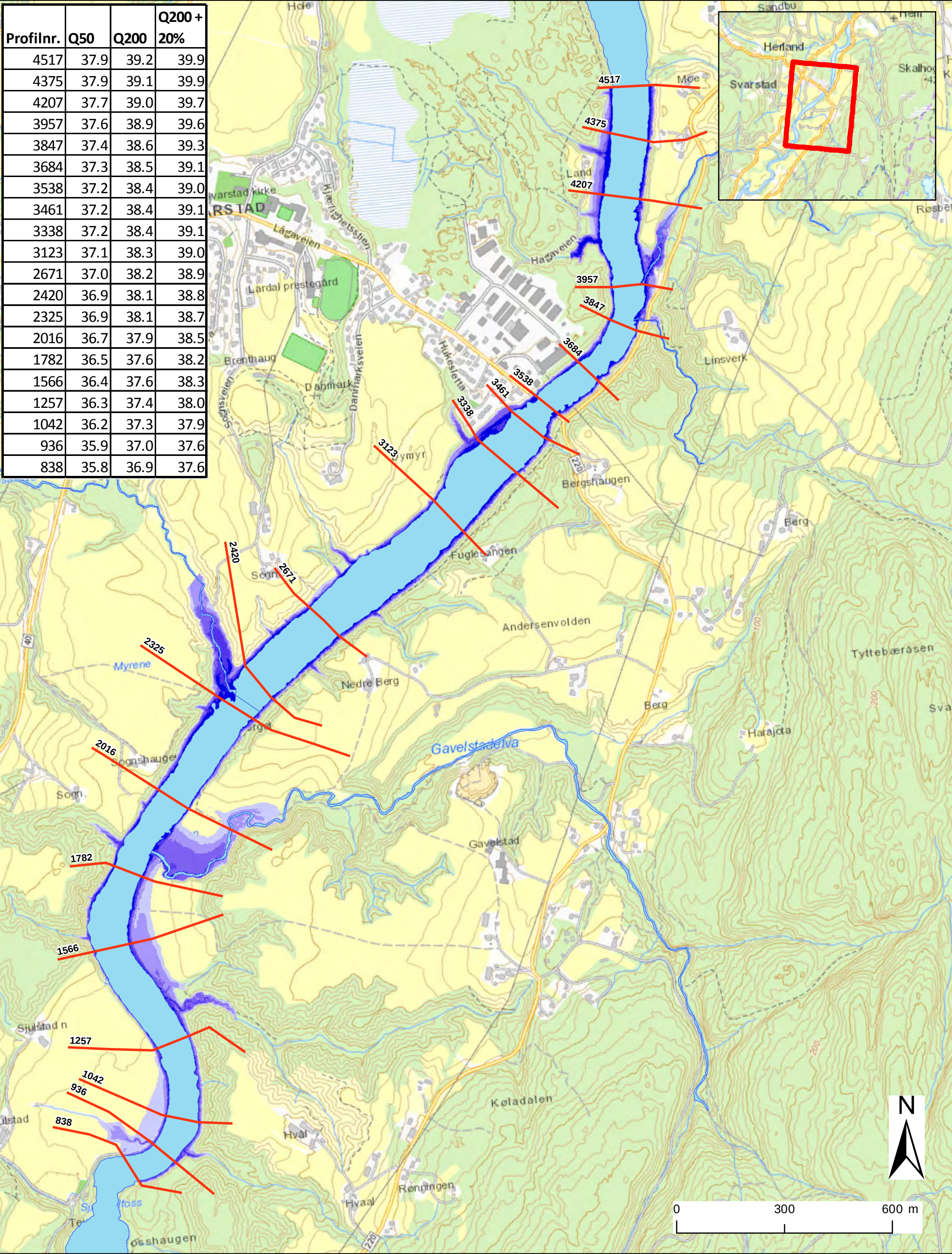
Hukstrøm 50års flom



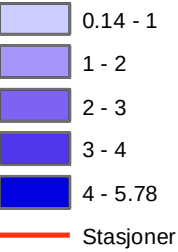
Målestokk (A3): 1:10 000

Flom i Lågen og tilgrensede vassdrag		
Hukstrøm	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-1
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

Profilnr.	Q50	Q200	Q200 + 20%
4517	37.9	39.2	39.9
4375	37.9	39.1	39.9
4207	37.7	39.0	39.7
3957	37.6	38.9	39.6
3847	37.4	38.6	39.3
3684	37.3	38.5	39.1
3538	37.2	38.4	39.0
3461	37.2	38.4	39.1
3338	37.2	38.4	39.1
3123	37.1	38.3	39.0
2671	37.0	38.2	38.9
2420	36.9	38.1	38.8
2325	36.9	38.1	38.7
2016	36.7	37.9	38.5
1782	36.5	37.6	38.2
1566	36.4	37.6	38.3
1257	36.3	37.4	38.0
1042	36.2	37.3	37.9
936	35.9	37.0	37.6
838	35.8	36.9	37.6



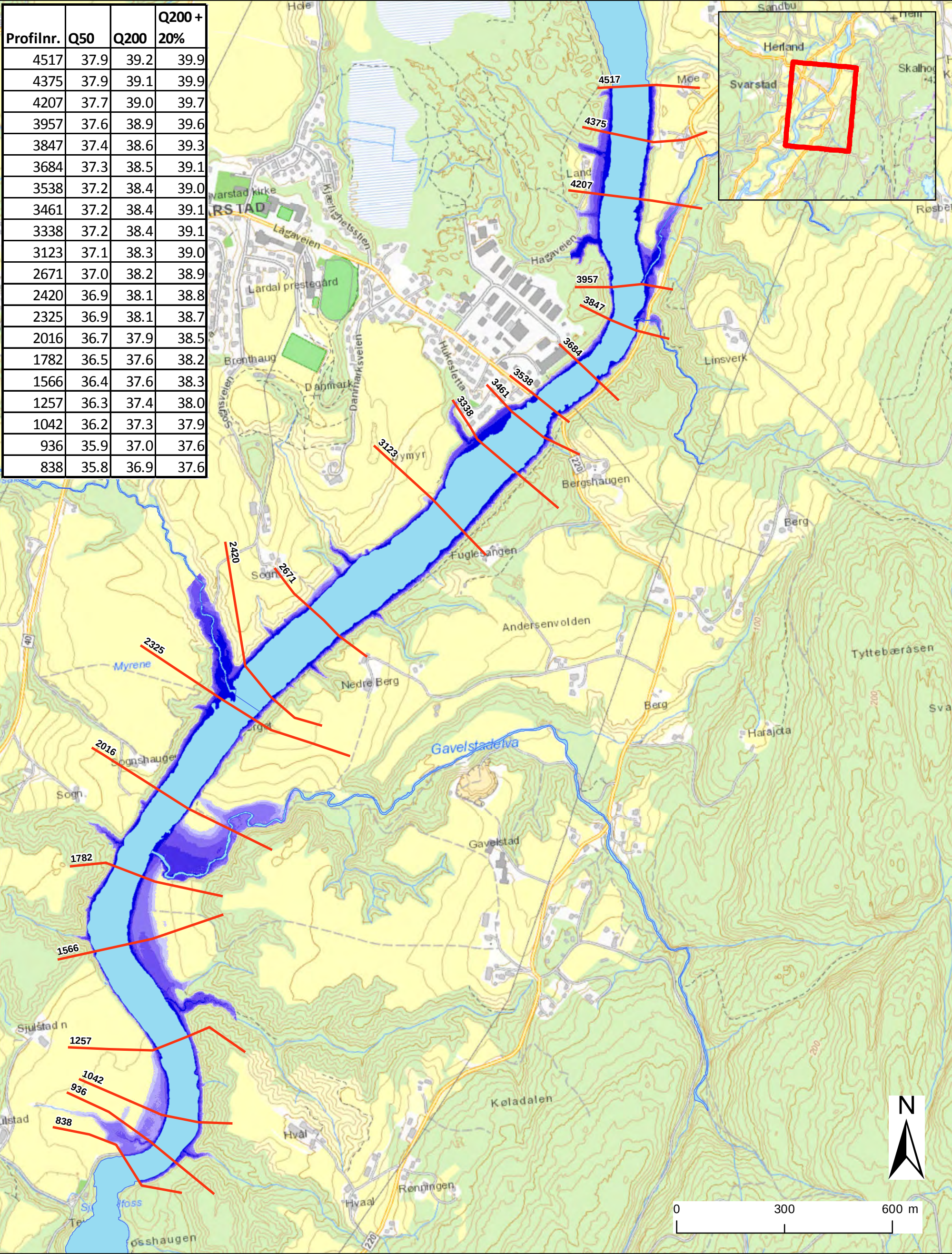
Hukstrøm 200års flom



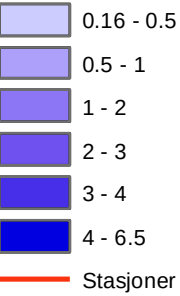
Målestokk (A3): 1:10 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hukstrøm	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-2
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

Profilnr.	Q50	Q200	Q200 + 20%
4517	37.9	39.2	39.9
4375	37.9	39.1	39.9
4207	37.7	39.0	39.7
3957	37.6	38.9	39.6
3847	37.4	38.6	39.3
3684	37.3	38.5	39.1
3538	37.2	38.4	39.0
3461	37.2	38.4	39.1
3338	37.2	38.4	39.1
3123	37.1	38.3	39.0
2671	37.0	38.2	38.9
2420	36.9	38.1	38.8
2325	36.9	38.1	38.7
2016	36.7	37.9	38.5
1782	36.5	37.6	38.2
1566	36.4	37.6	38.3
1257	36.3	37.4	38.0
1042	36.2	37.3	37.9
936	35.9	37.0	37.6
838	35.8	36.9	37.6

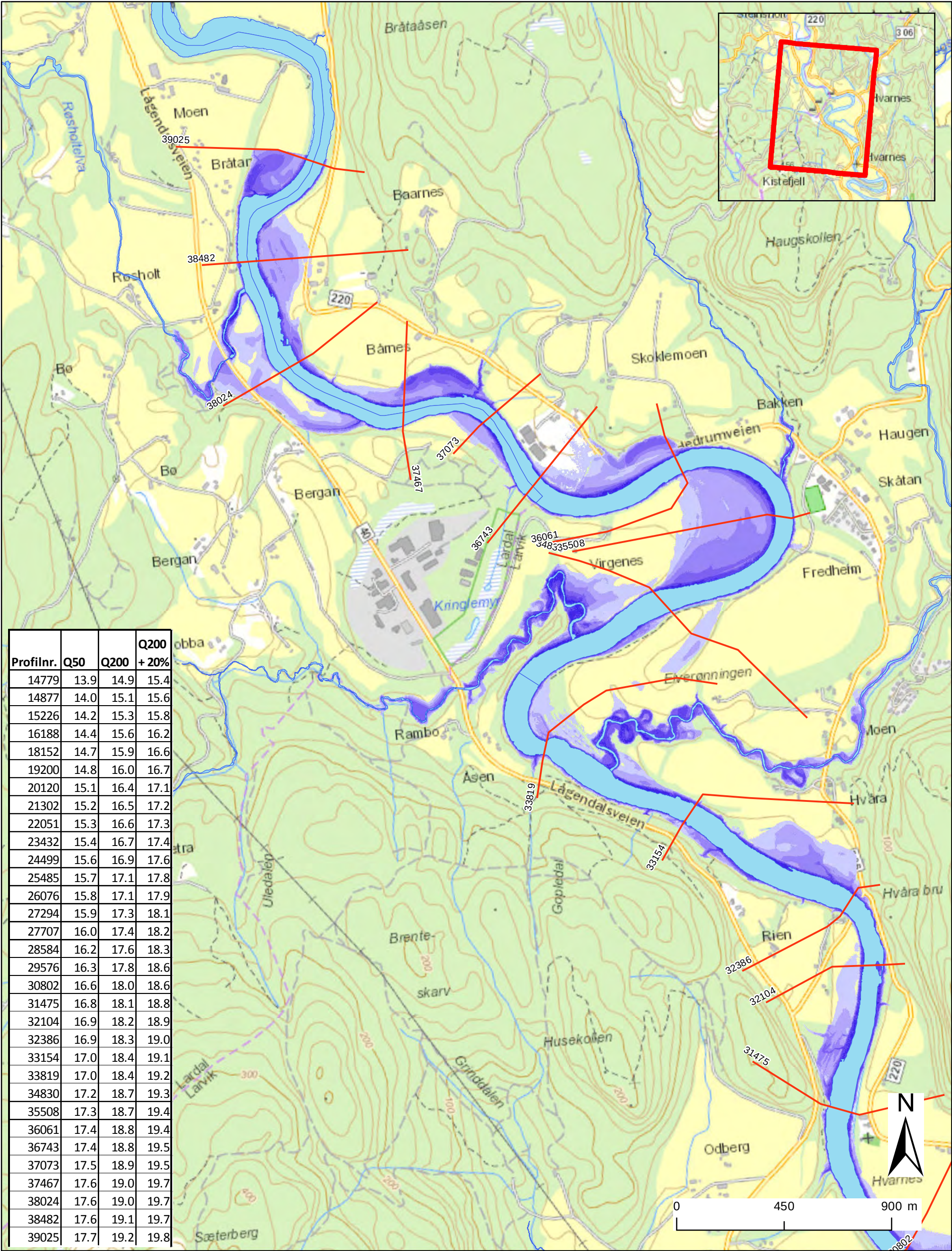


Hukstrøm 200års flom
+ 20%

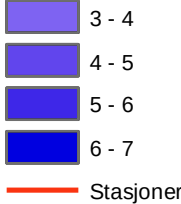
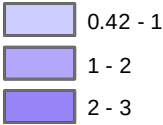


Målestokk (A3): 1:10 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hukstrøm	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-3
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

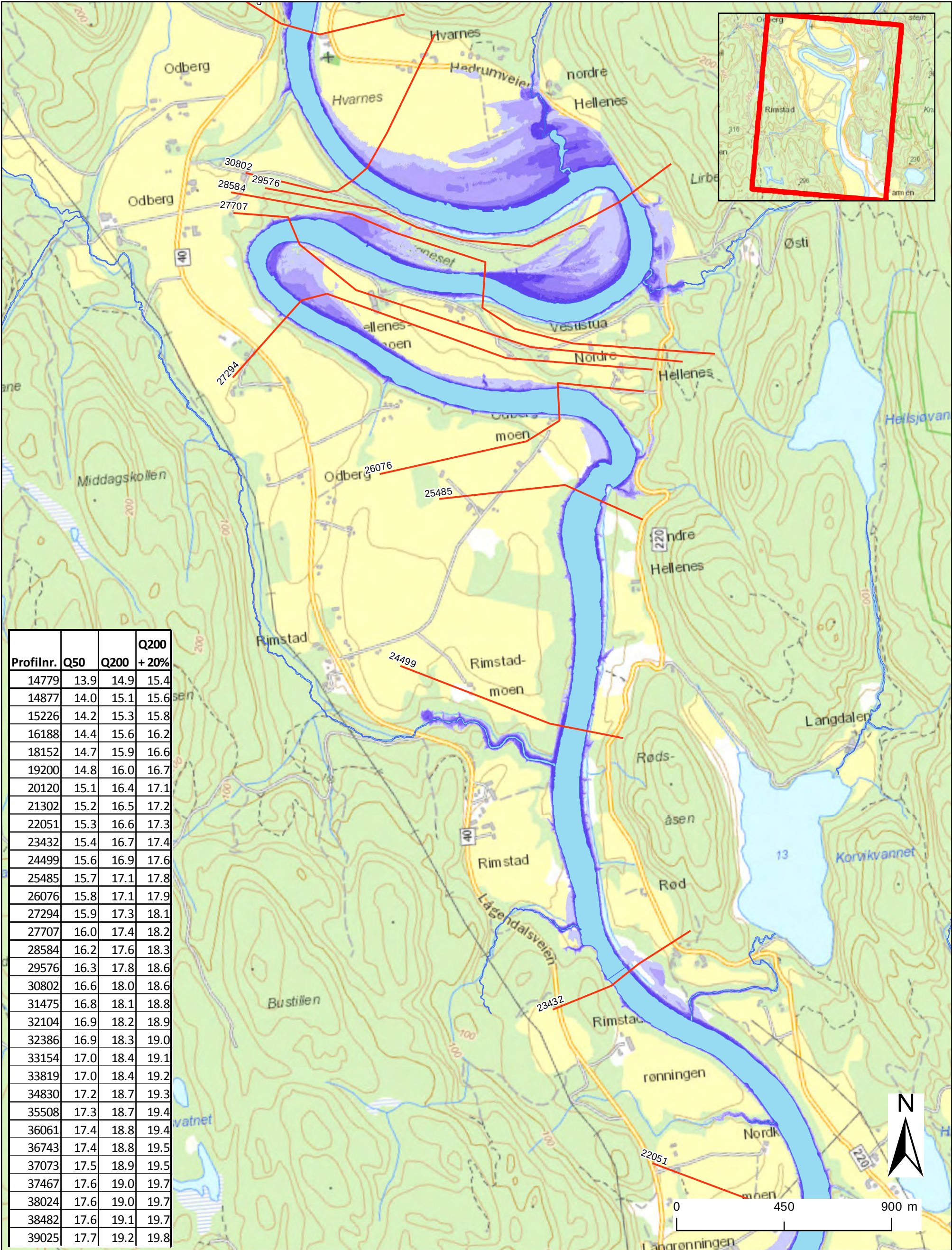


Hvåra-Kvelde 50 års flom



Målestokk (A3): 1:15 000

Flom i Lågen og tilgrensede vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-4
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



Profilnr.	Q50	Q200	Q200 + 20%
14779	13.9	14.9	15.4
14877	14.0	15.1	15.6
15226	14.2	15.3	15.8
16188	14.4	15.6	16.2
18152	14.7	15.9	16.6
19200	14.8	16.0	16.7
20120	15.1	16.4	17.1
21302	15.2	16.5	17.2
22051	15.3	16.6	17.3
23432	15.4	16.7	17.4
24499	15.6	16.9	17.6
25485	15.7	17.1	17.8
26076	15.8	17.1	17.9
27294	15.9	17.3	18.1
27707	16.0	17.4	18.2
28584	16.2	17.6	18.3
29576	16.3	17.8	18.6
30802	16.6	18.0	18.6
31475	16.8	18.1	18.8
32104	16.9	18.2	18.9
32386	16.9	18.3	19.0
33154	17.0	18.4	19.1
33819	17.0	18.4	19.2
34830	17.2	18.7	19.3
35508	17.3	18.7	19.4
36061	17.4	18.8	19.4
36743	17.4	18.8	19.5
37073	17.5	18.9	19.5
37467	17.6	19.0	19.7
38024	17.6	19.0	19.7
38482	17.6	19.1	19.7
39025	17.7	19.2	19.8

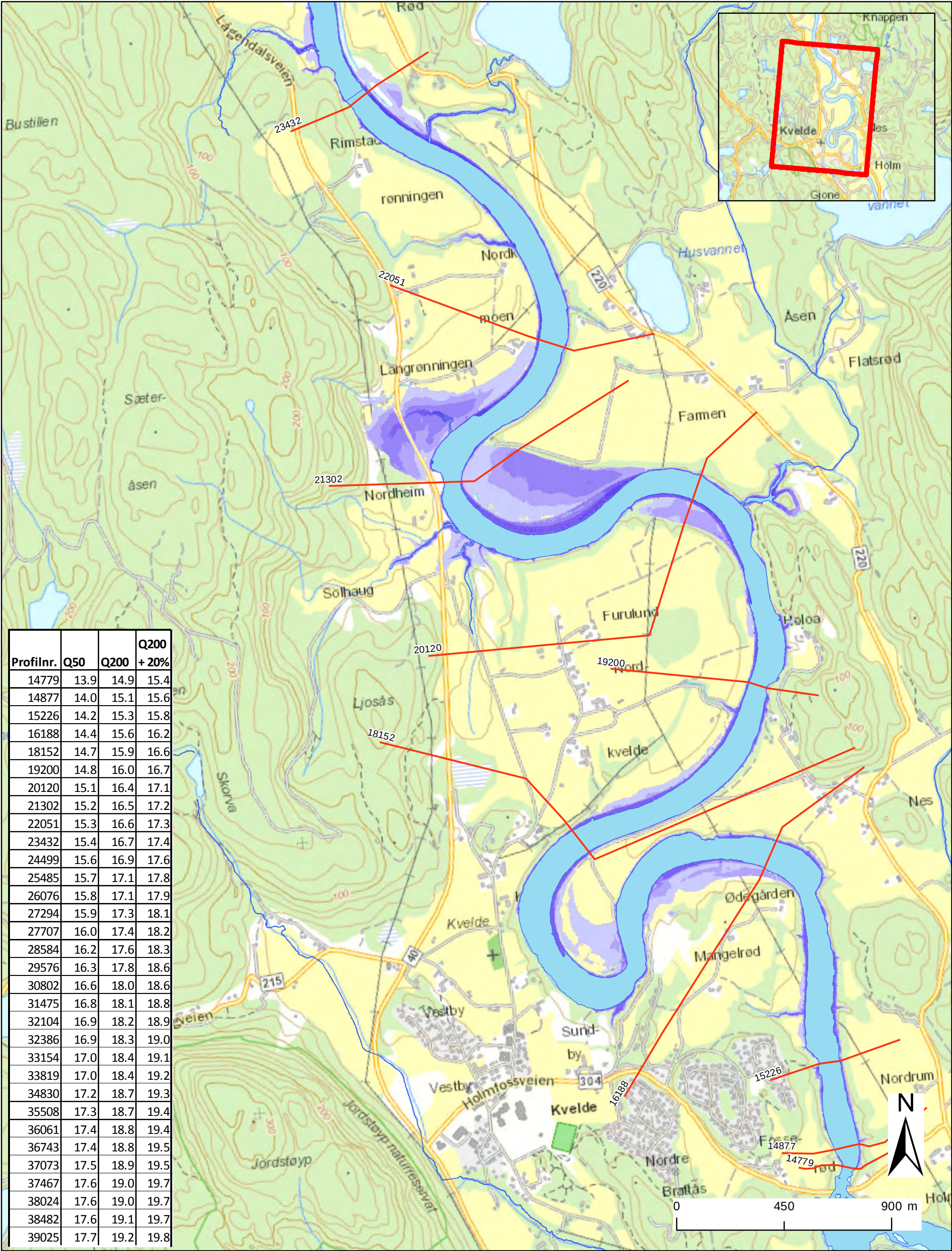
Hvåra-Kvelde 50 års flom

- 0.42 - 1
- 1 - 2

- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6
- Stasjoner

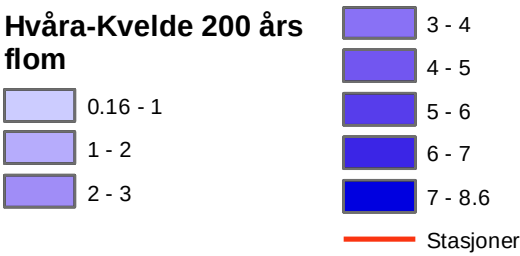
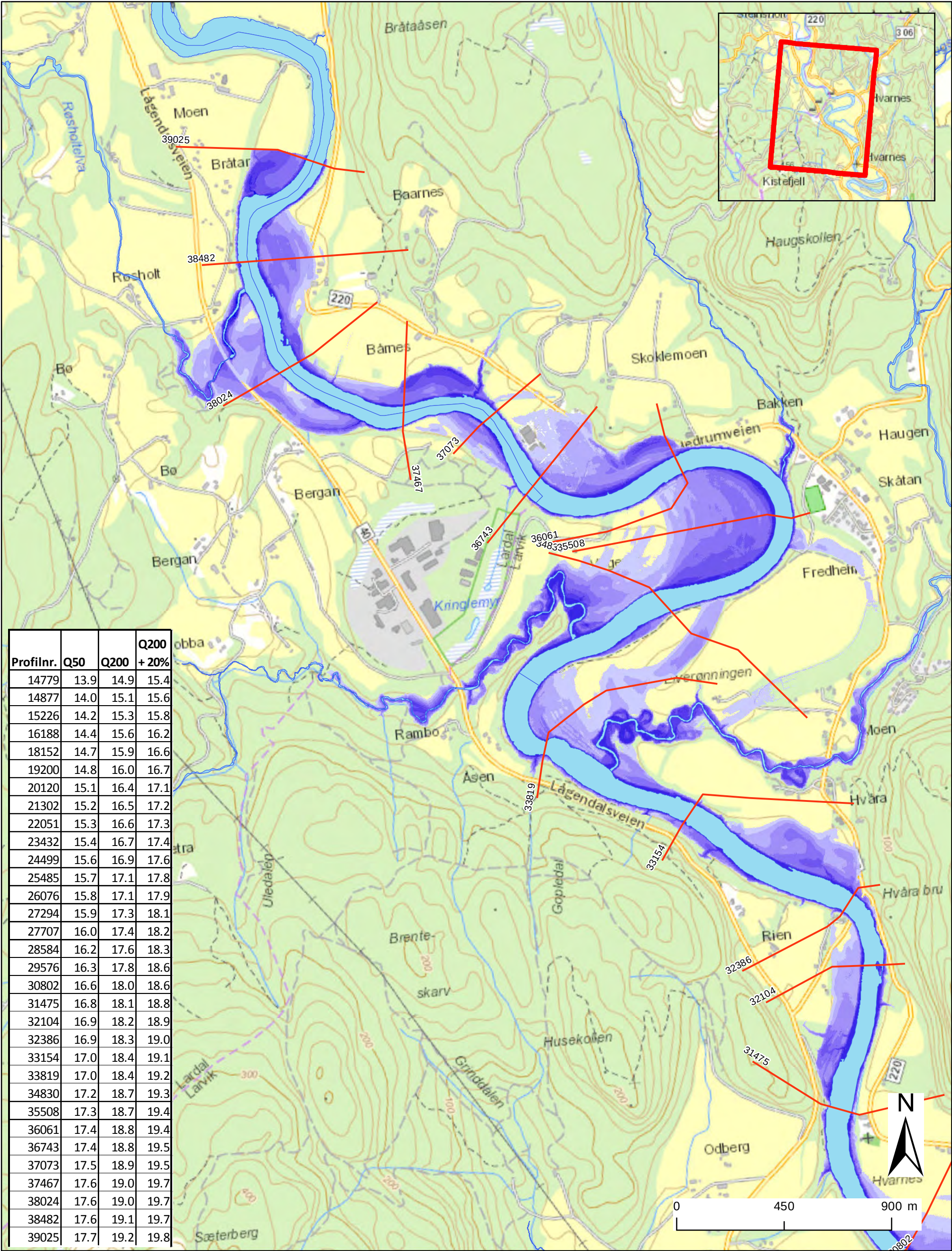
Målestokk (A3): 1:15 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-5
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

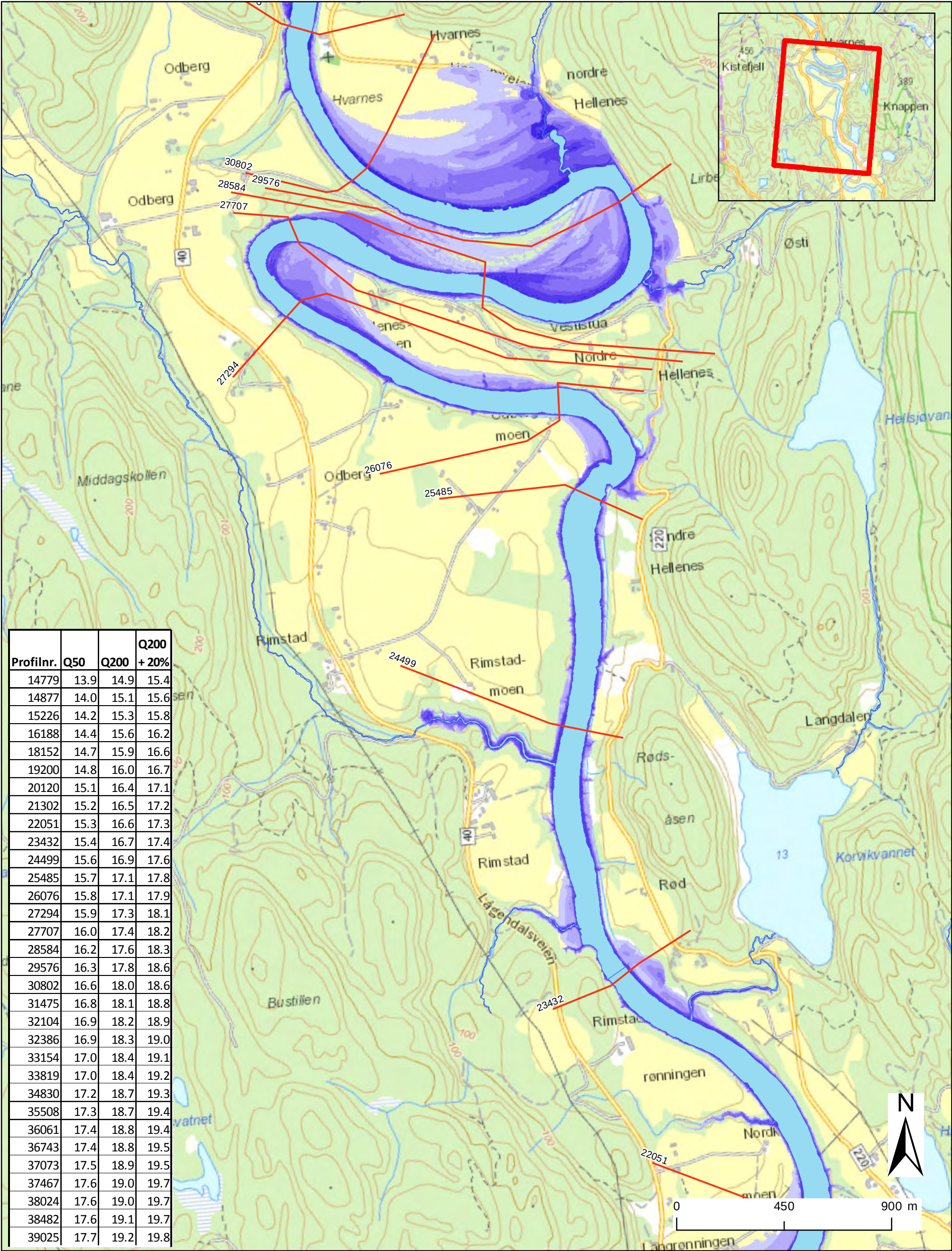


Målestokk (A3): 1:15 000

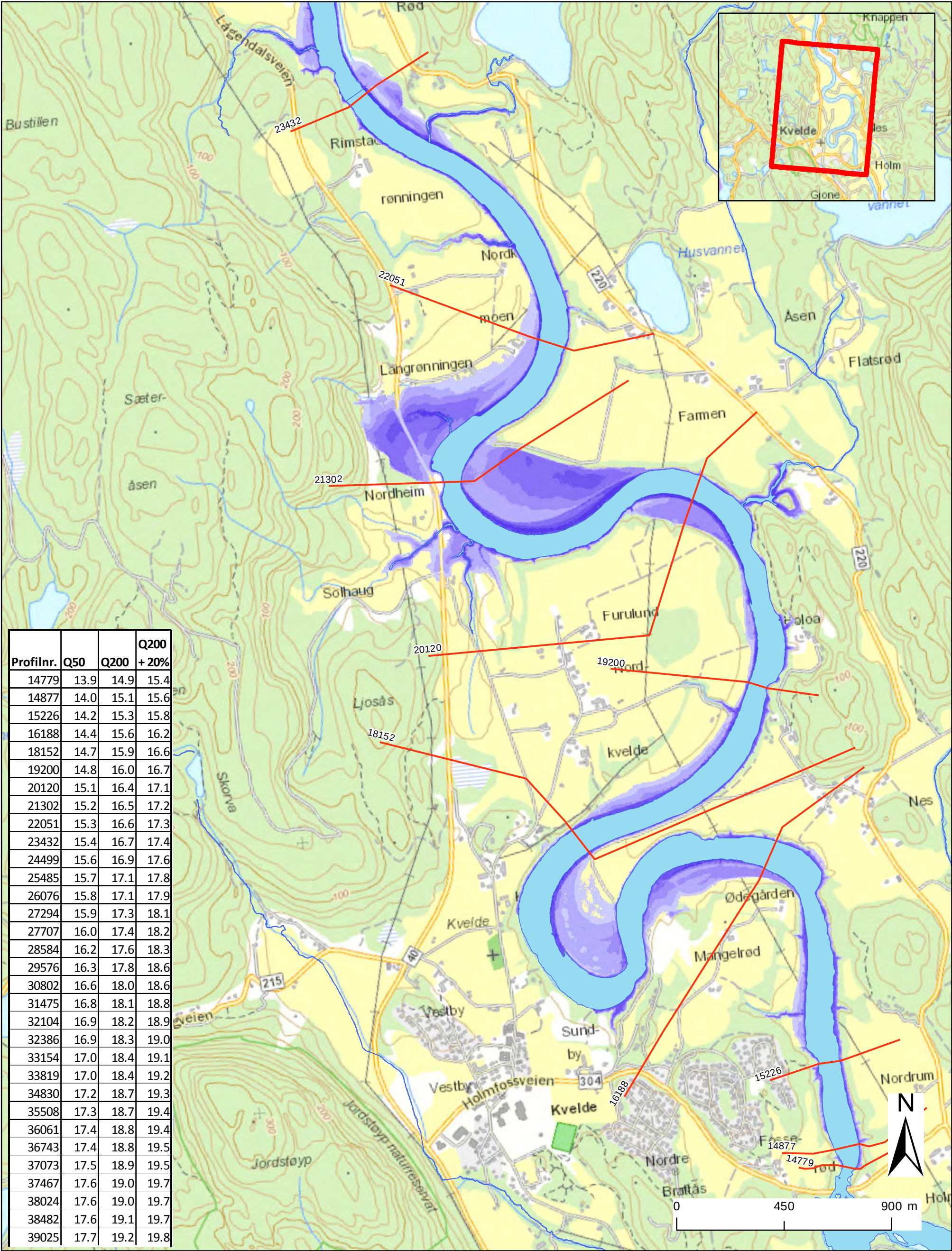
Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-6
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



Målestokk (A3): 1:15 000		
Flom i Lågen og tilgrensede vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-7
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



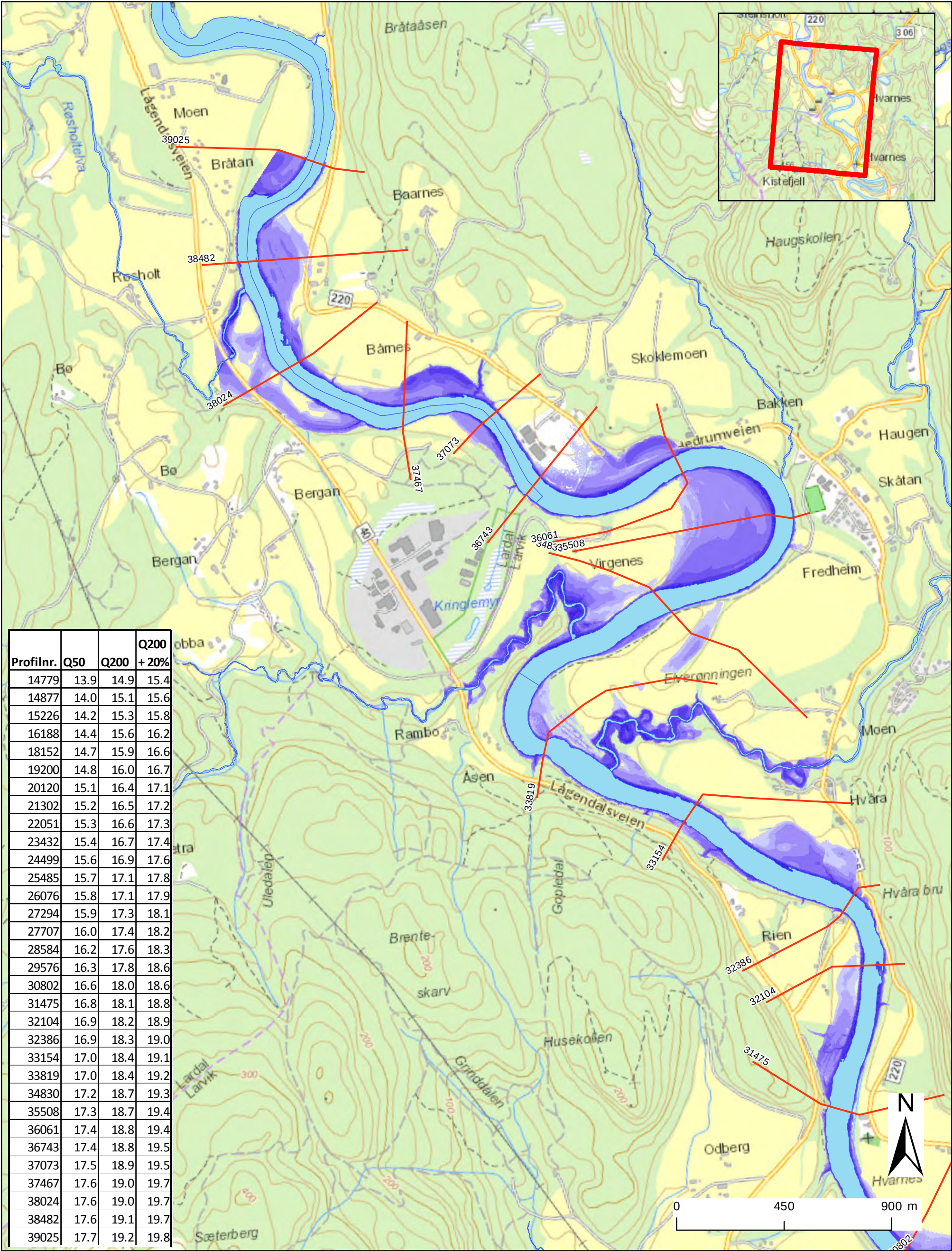
Målestokk (A3): 1:15 000		
Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-8
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



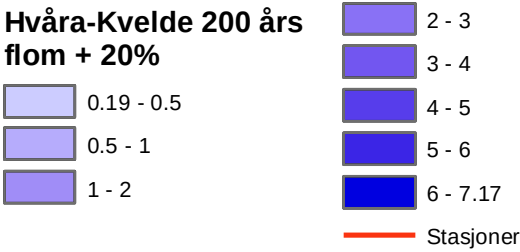
Målestokk (A3): 1:15 000

Flom i Lågen og tilgrensede vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-9
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH

NGI

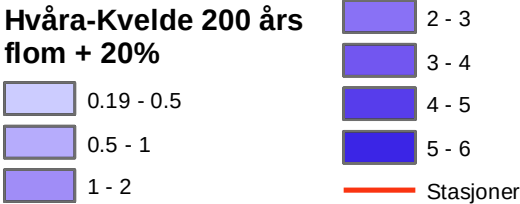
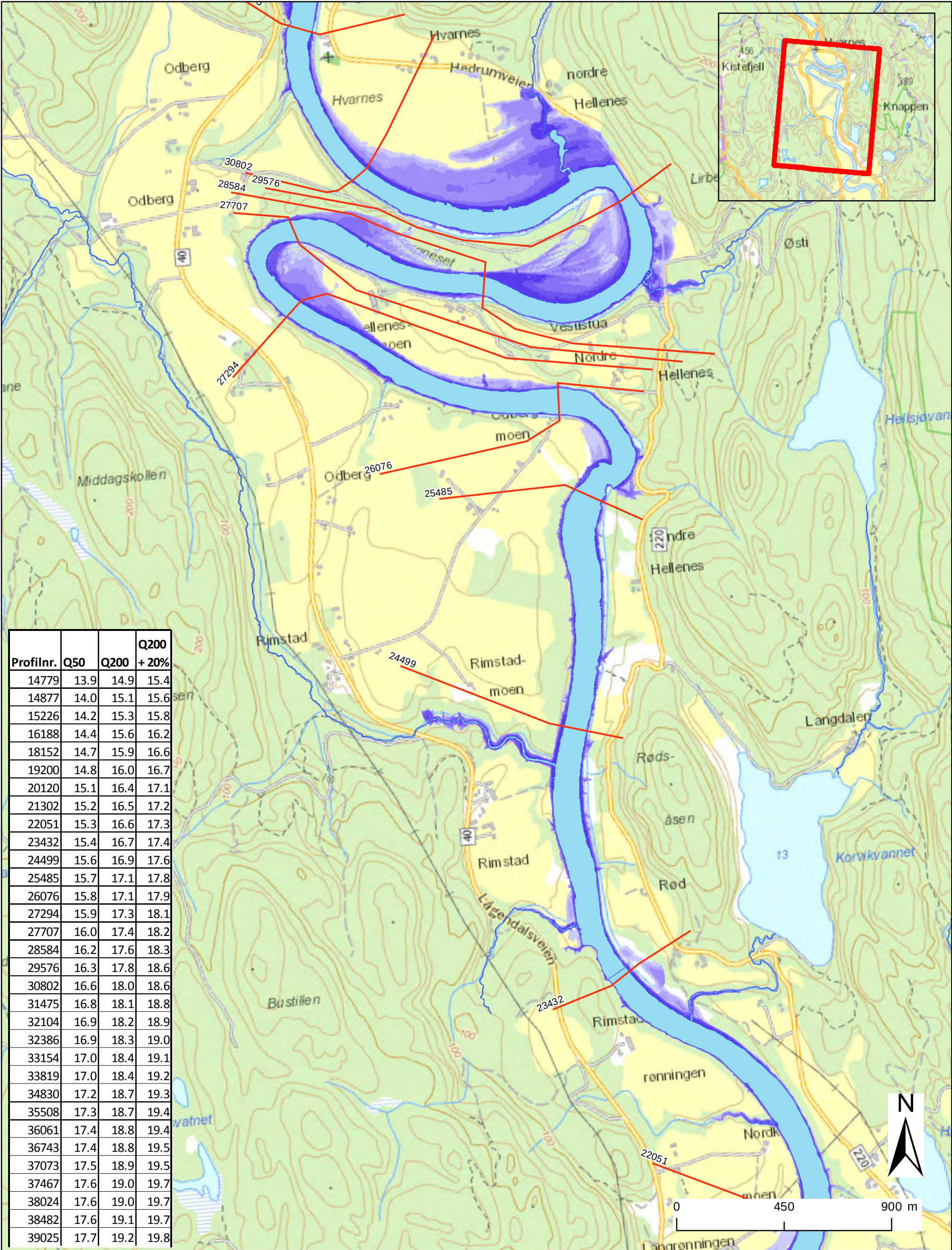


Profilnr.	Q50	Q200	Q200 + 20%
14779	13.9	14.9	15.4
14877	14.0	15.1	15.6
15226	14.2	15.3	15.8
16188	14.4	15.6	16.2
18152	14.7	15.9	16.6
19200	14.8	16.0	16.7
20120	15.1	16.4	17.1
21302	15.2	16.5	17.2
22051	15.3	16.6	17.3
23432	15.4	16.7	17.4
24499	15.6	16.9	17.6
25485	15.7	17.1	17.8
26076	15.8	17.1	17.9
27294	15.9	17.3	18.1
27707	16.0	17.4	18.2
28584	16.2	17.6	18.3
29576	16.3	17.8	18.6
30802	16.6	18.0	18.6
31475	16.8	18.1	18.8
32104	16.9	18.2	18.9
32386	16.9	18.3	19.0
33154	17.0	18.4	19.1
33819	17.0	18.4	19.2
34830	17.2	18.7	19.3
35508	17.3	18.7	19.4
36061	17.4	18.8	19.4
36743	17.4	18.8	19.5
37073	17.5	18.9	19.5
37467	17.6	19.0	19.7
38024	17.6	19.0	19.7
38482	17.6	19.1	19.7
39025	17.7	19.2	19.8

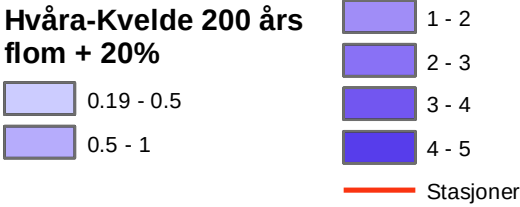
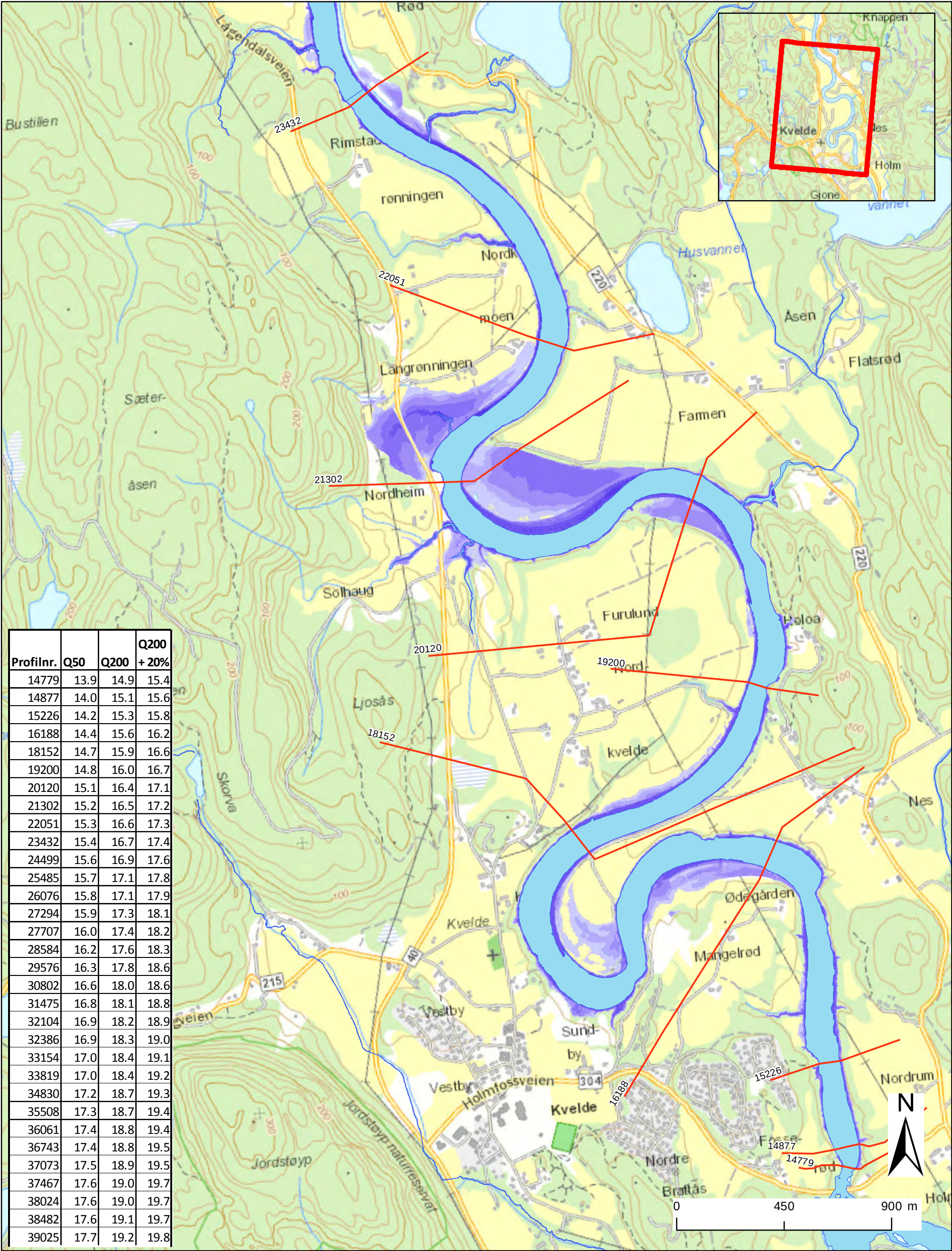


Målestokk (A3): 1:15 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-10
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



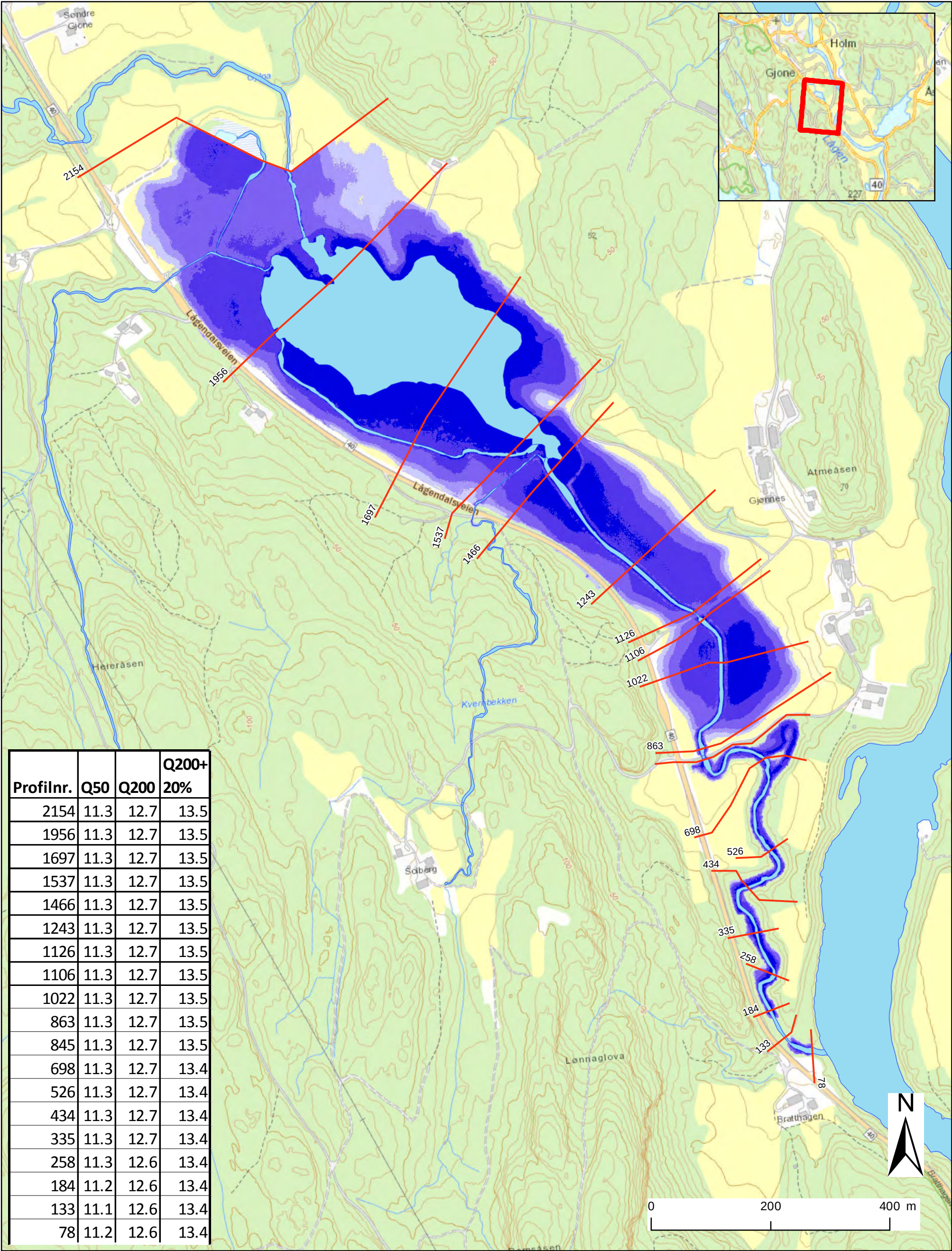
Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-11
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



Målestokk (A3): 1:15 000

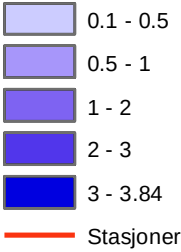
Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Hvåra - Kvelde	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-12
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH

NGI



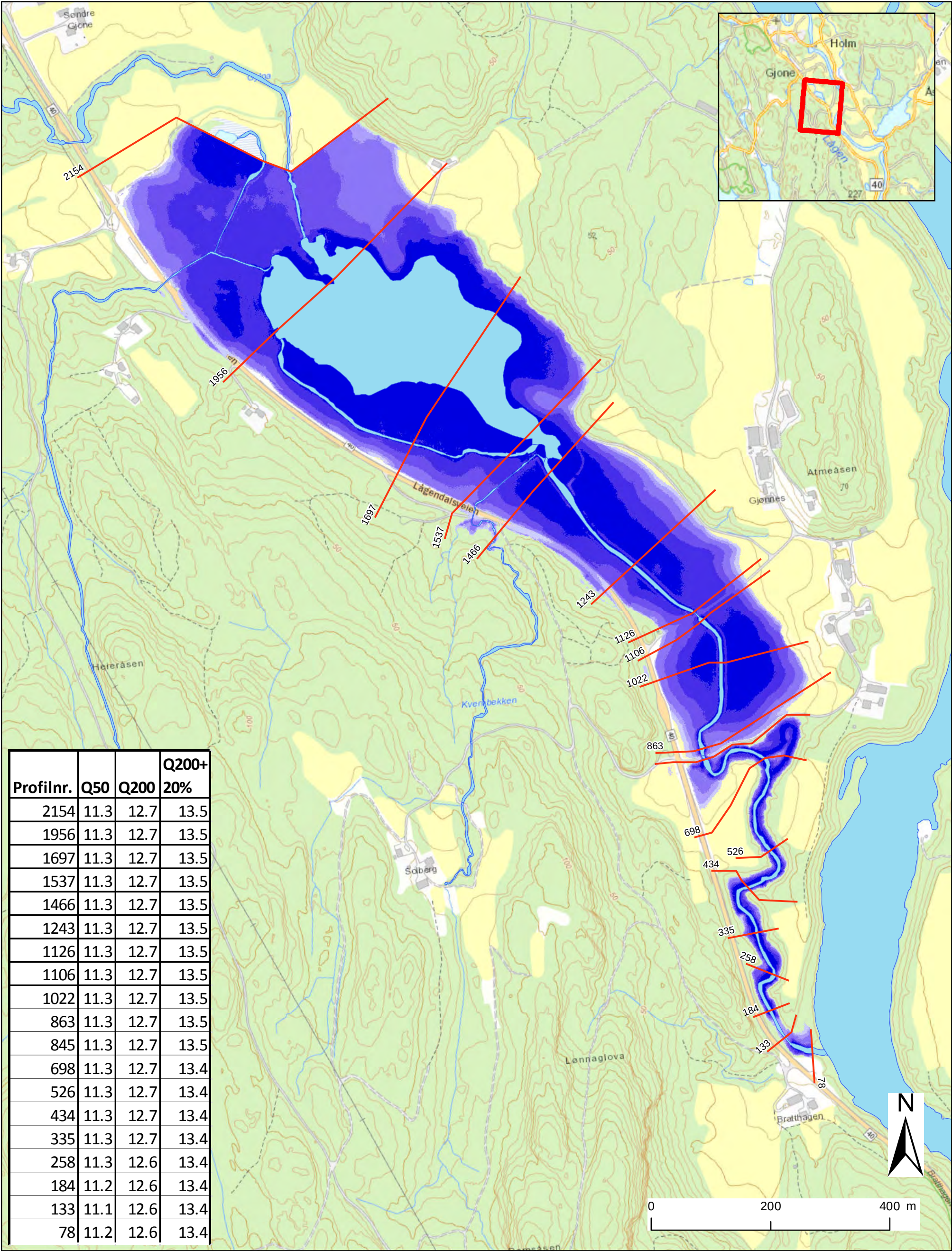
Profilnr.	Q50	Q200	Q200+ 20%
2154	11.3	12.7	13.5
1956	11.3	12.7	13.5
1697	11.3	12.7	13.5
1537	11.3	12.7	13.5
1466	11.3	12.7	13.5
1243	11.3	12.7	13.5
1126	11.3	12.7	13.5
1106	11.3	12.7	13.5
1022	11.3	12.7	13.5
863	11.3	12.7	13.5
845	11.3	12.7	13.5
698	11.3	12.7	13.4
526	11.3	12.7	13.4
434	11.3	12.7	13.4
335	11.3	12.7	13.4
258	11.3	12.6	13.4
184	11.2	12.6	13.4
133	11.1	12.6	13.4
78	11.2	12.6	13.4

Gjønnes 50års flom

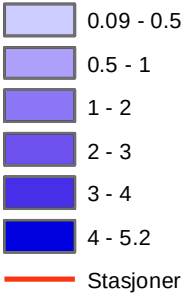


Målestokk (A3): 1:6 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Gjønnes	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-13
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

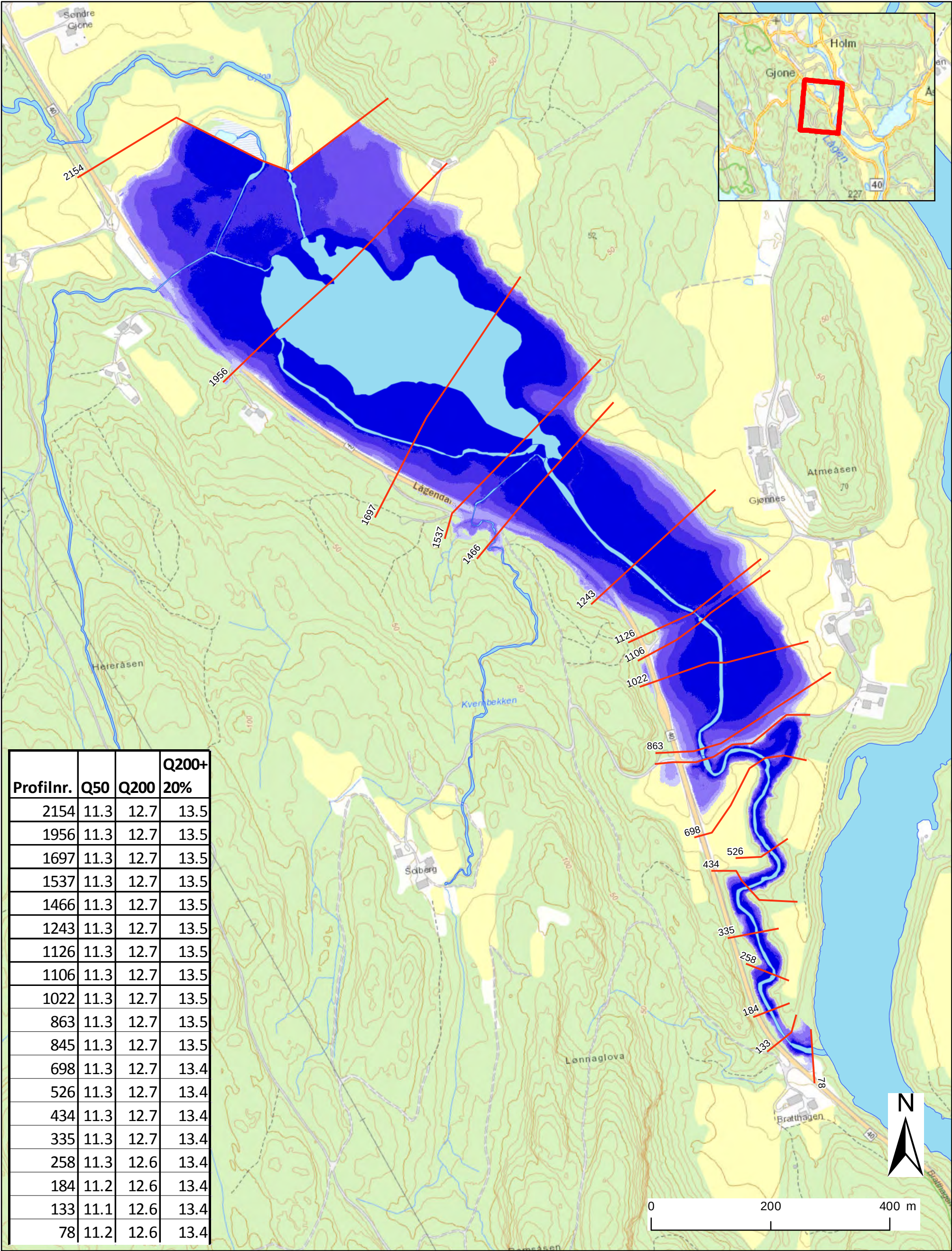


Gjønnes 200års flom



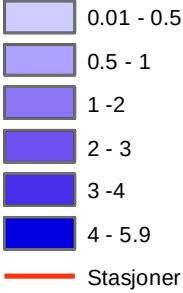
Målestokk (A3): 1:6 000

Flom i Lågen og tilgrensede vassdrag		
Gjønnes	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-14
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		



Profilnr.	Q50	Q200	Q200+20%
2154	11.3	12.7	13.5
1956	11.3	12.7	13.5
1697	11.3	12.7	13.5
1537	11.3	12.7	13.5
1466	11.3	12.7	13.5
1243	11.3	12.7	13.5
1126	11.3	12.7	13.5
1106	11.3	12.7	13.5
1022	11.3	12.7	13.5
863	11.3	12.7	13.5
845	11.3	12.7	13.5
698	11.3	12.7	13.4
526	11.3	12.7	13.4
434	11.3	12.7	13.4
335	11.3	12.7	13.4
258	11.3	12.6	13.4
184	11.2	12.6	13.4
133	11.1	12.6	13.4
78	11.2	12.6	13.4

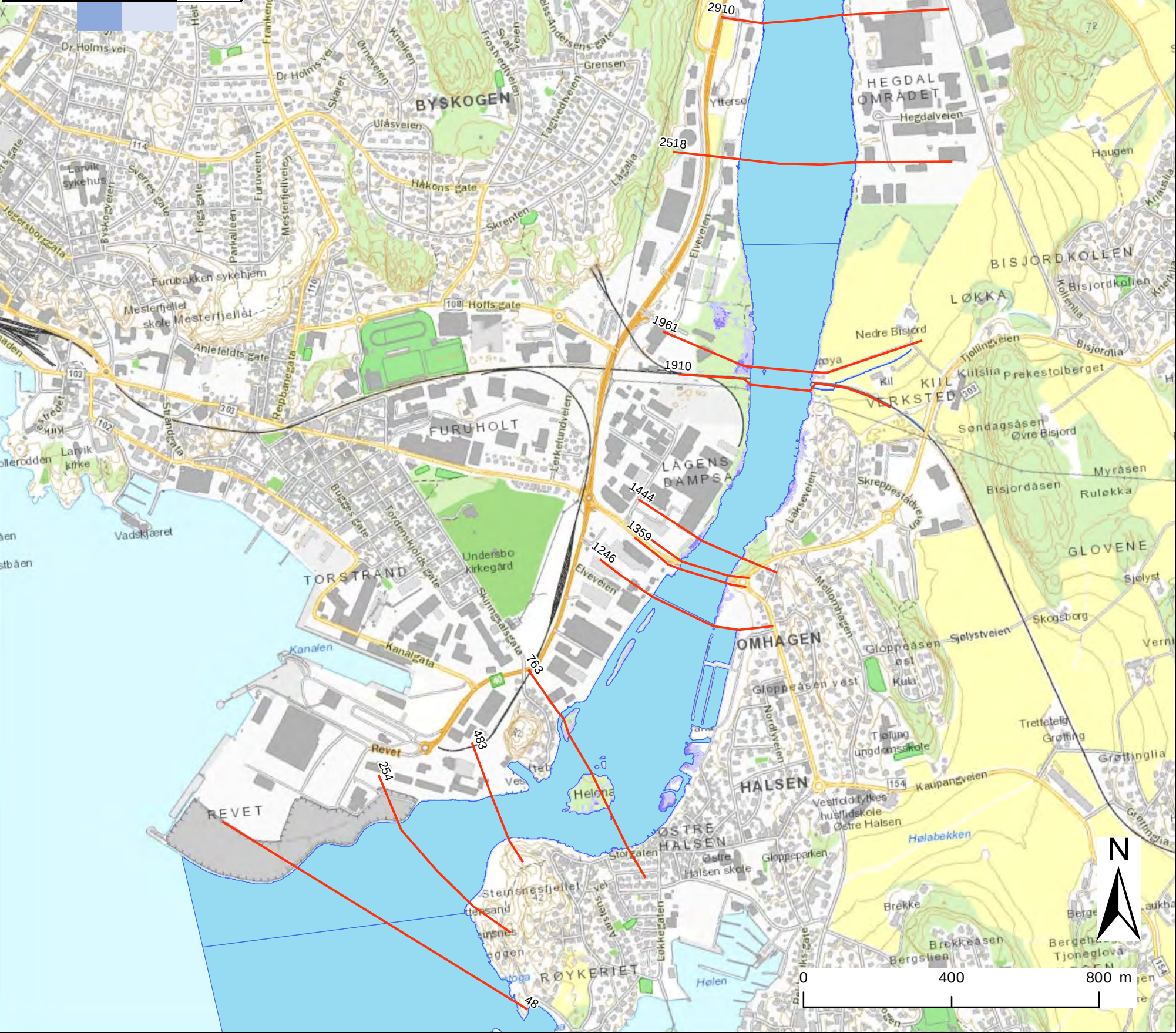
Gjønnnes 200års flom + 20%



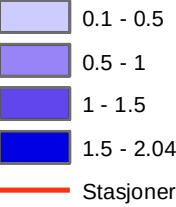
Målestokk (A3): 1:6 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Gjønnnes	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. F-15
	Utført KEK	Dato 2016-04-08
	Kontrollert OAH	Godkjent CH

Stasjon	Q50	Q200	Q50 + SF200
4338	2.1	2.9	2.1
3812	1.9	2.7	2.1
3433	1.8	2.6	2.1
3172	1.7	2.5	2.1
2910	1.6	2.4	2.1
2518	1.5	2.2	2.1
1961	1.0	1.7	2.1
1910	1.0	1.7	2.1
1444	0.8	1.5	2.1
1380	0.8	1.4	2.1
1359	0.8	1.4	2.1
1246	0.8	1.4	2.1
763	0.6	1.1	2.1
483	0.4	0.7	2.1
254	0.3	0.3	2.1
48	0.3	0.3	2.1

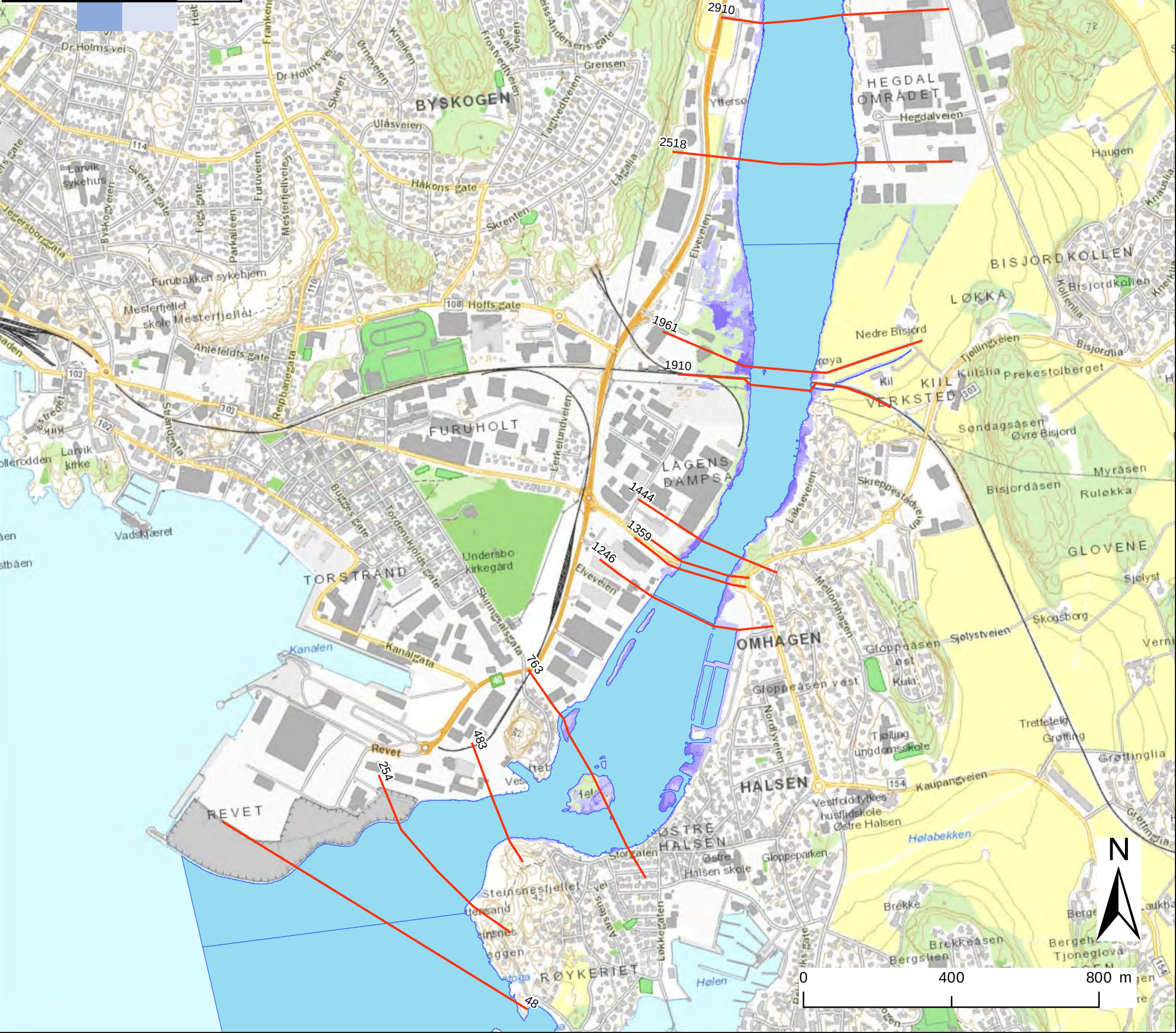


Lågen 50års flom

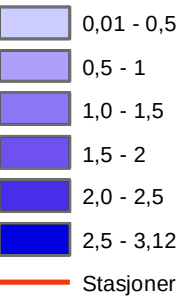


Målestokk (A3): 1:12 000		
Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Lågen utløp	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-16
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

Stasjon	Q50	Q200	Q50 + SF200
4338	2.1	2.9	2.1
3812	1.9	2.7	2.1
3433	1.8	2.6	2.1
3172	1.7	2.5	2.1
2910	1.6	2.4	2.1
2518	1.5	2.2	2.1
1961	1.0	1.7	2.1
1910	1.0	1.7	2.1
1444	0.8	1.5	2.1
1380	0.8	1.4	2.1
1359	0.8	1.4	2.1
1246	0.8	1.4	2.1
763	0.6	1.1	2.1
483	0.4	0.7	2.1
254	0.3	0.3	2.1
48	0.3	0.3	2.1



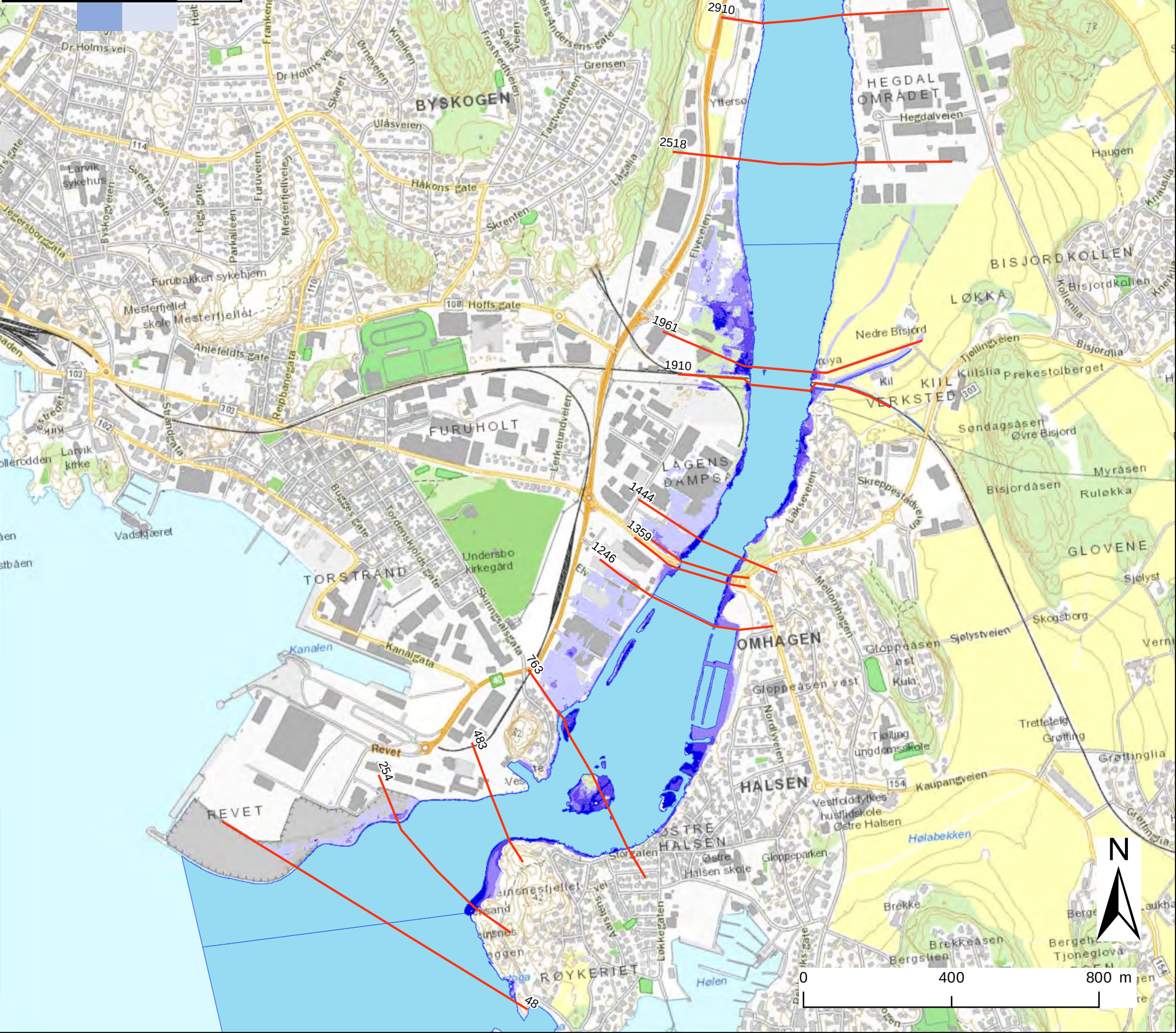
Lågen 200års flom



Målestokk (A3): 1:12 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Lågen utløp	Prosjektnr.	Kart nr.
	20150602	F-17
	Utført	Dato
	KEK	2016-04-08
	Kontrollert	Godkjent
	OAH	CH
NGI		

Stasjon	Q50	Q200	Q50 + SF200
4338	2.1	2.9	2.1
3812	1.9	2.7	2.1
3433	1.8	2.6	2.1
3172	1.7	2.5	2.1
2910	1.6	2.4	2.1
2518	1.5	2.2	2.1
1961	1.0	1.7	2.1
1910	1.0	1.7	2.1
1444	0.8	1.5	2.1
1380	0.8	1.4	2.1
1359	0.8	1.4	2.1
1246	0.8	1.4	2.1
763	0.6	1.1	2.1
483	0.4	0.7	2.1
254	0.3	0.3	2.1
48	0.3	0.3	2.1



Lågen 50års flom og 200års stormflo

- 0,01 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2,1
- Stasjoner

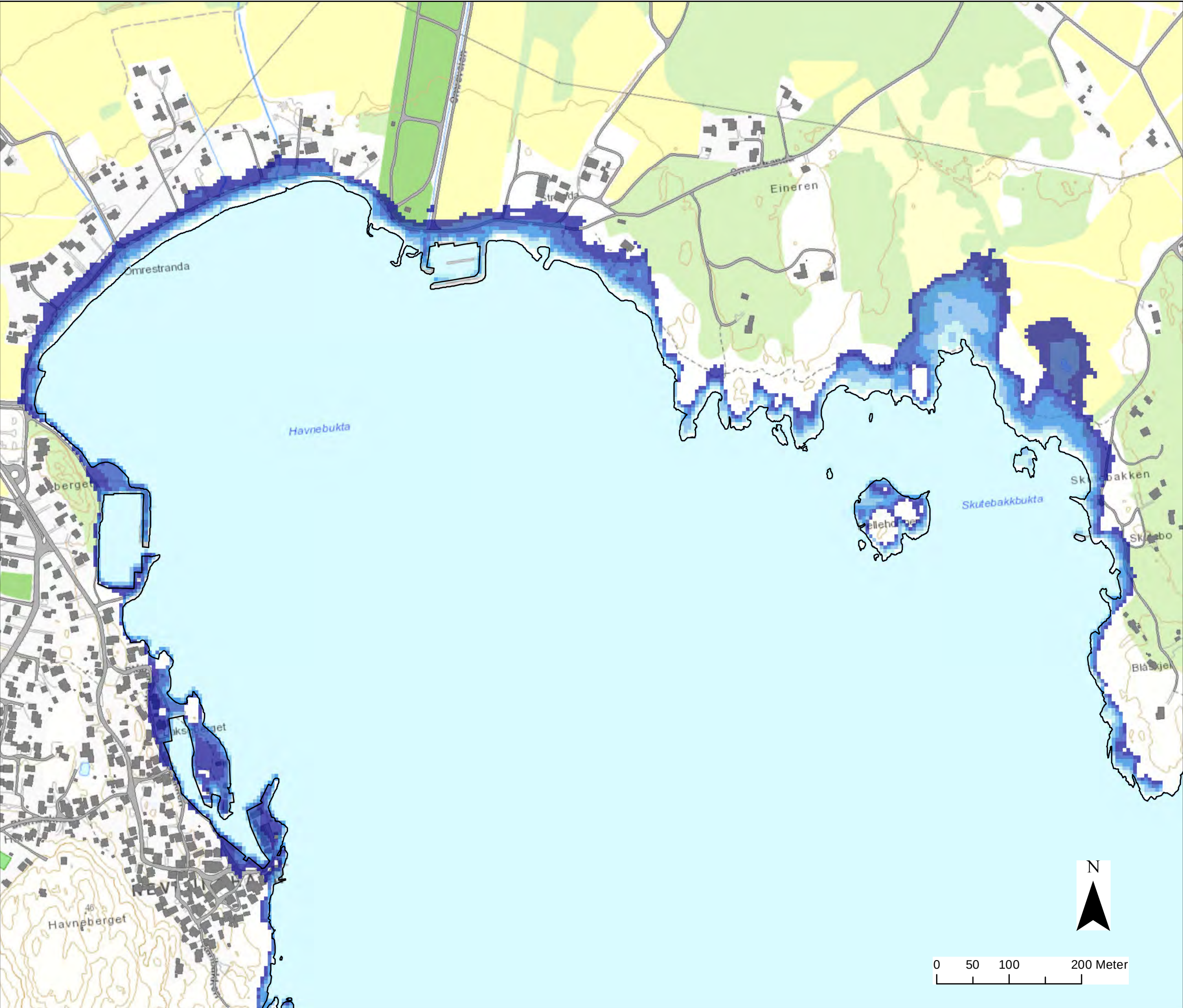
Målestokk (A3): 1:12 000

Flom i Lågen og tilgrensende vassdrag		
Lågen utløp	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. F-18
	Utført KEK	Dato 2016-04-08
	Kontrollert OAH	Godkjent CH



F1.4 Stormflo

F1.4.1 Maksimal flomdybde



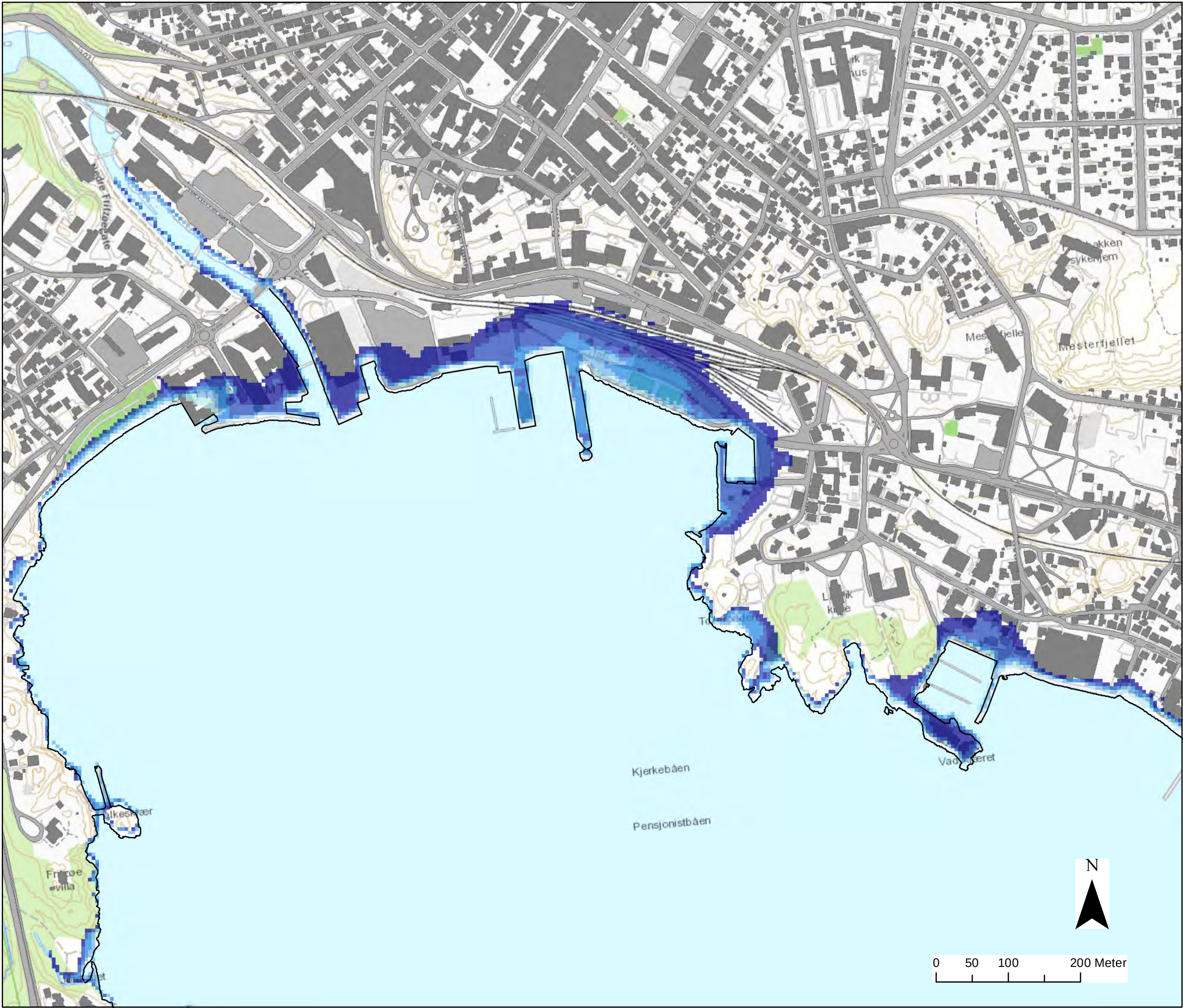
Tegnforklaring

Maksimal flomdybde (m)

- 0.01 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 3

Målestokk (A3): 1:5 000

Maksimal flomdybde		
Nevlungshavn	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-76
	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	



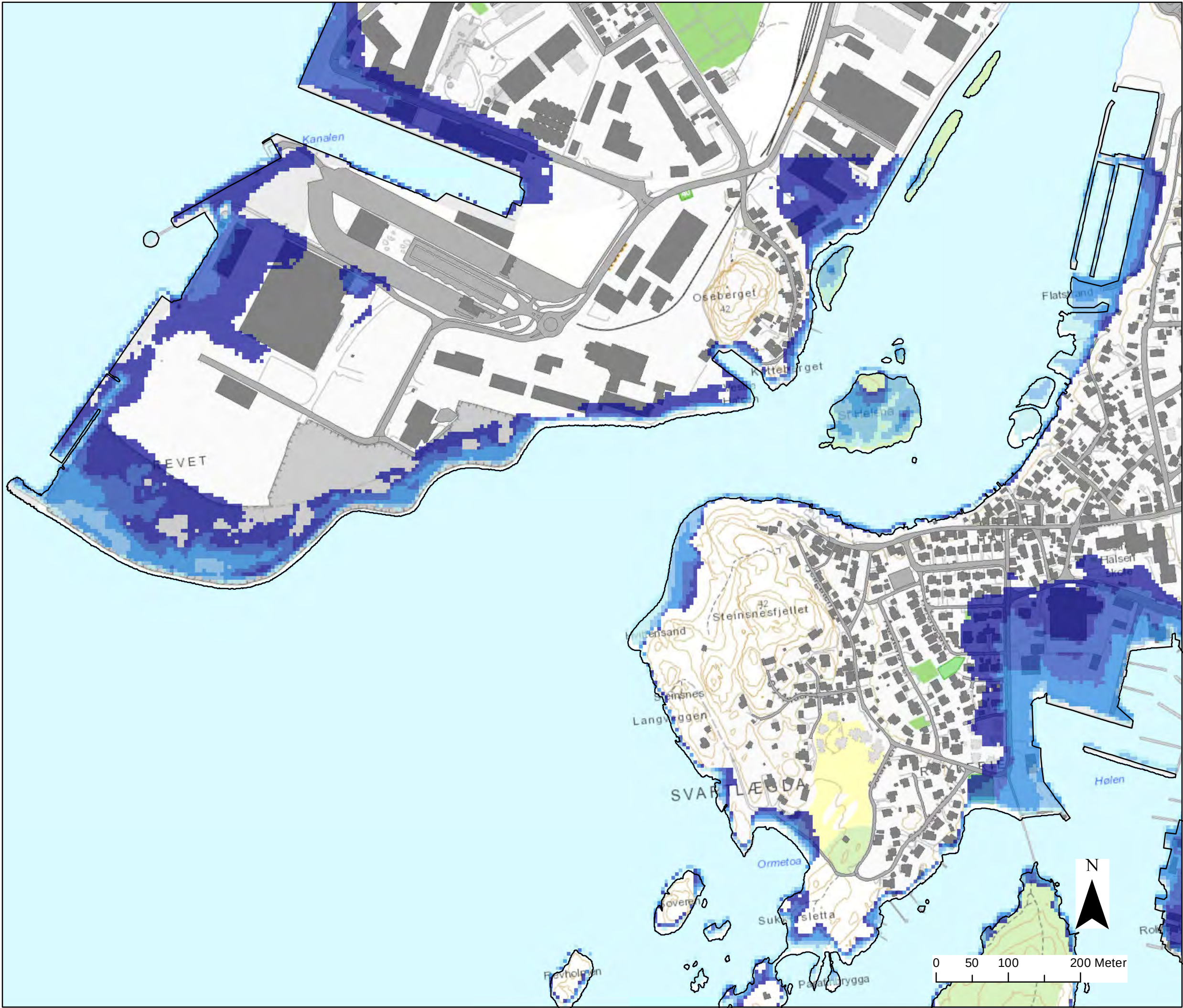
Tegnforklaring

Maksimal flomdybde (m)

- 0.01 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 3

Målestokk (A3): 1:5 000

Maksimal flomdybde		
Indre havn	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-79
	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert SG	Godkjent CH
NGI		



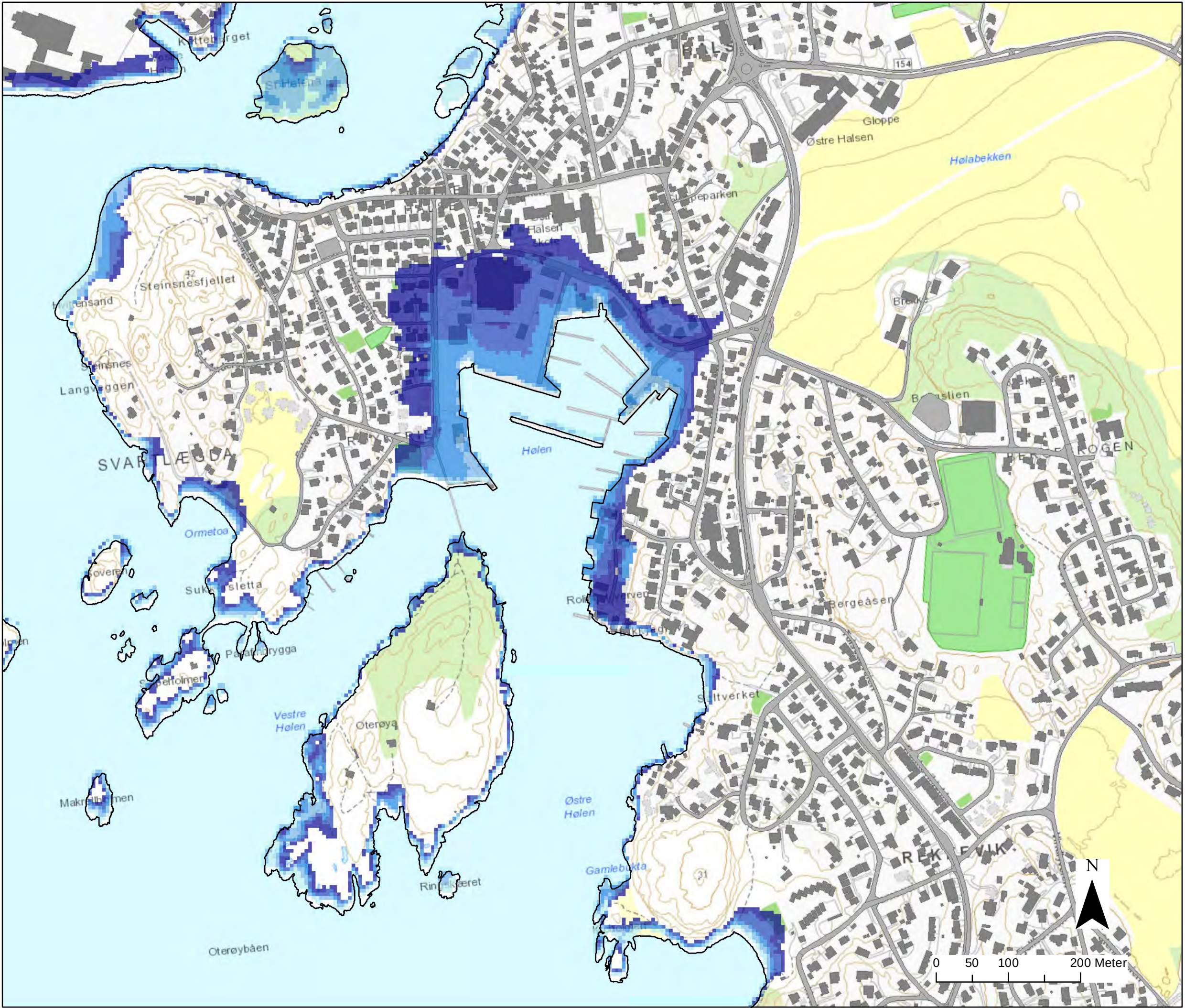
Tegnforklaring

Maksimal flomdybde (m)

- 0.01 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 3

Målestokk (A3): 1:5 000

Maksimal flomdybde		
Revet	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-85
	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	



Tegnforklaring

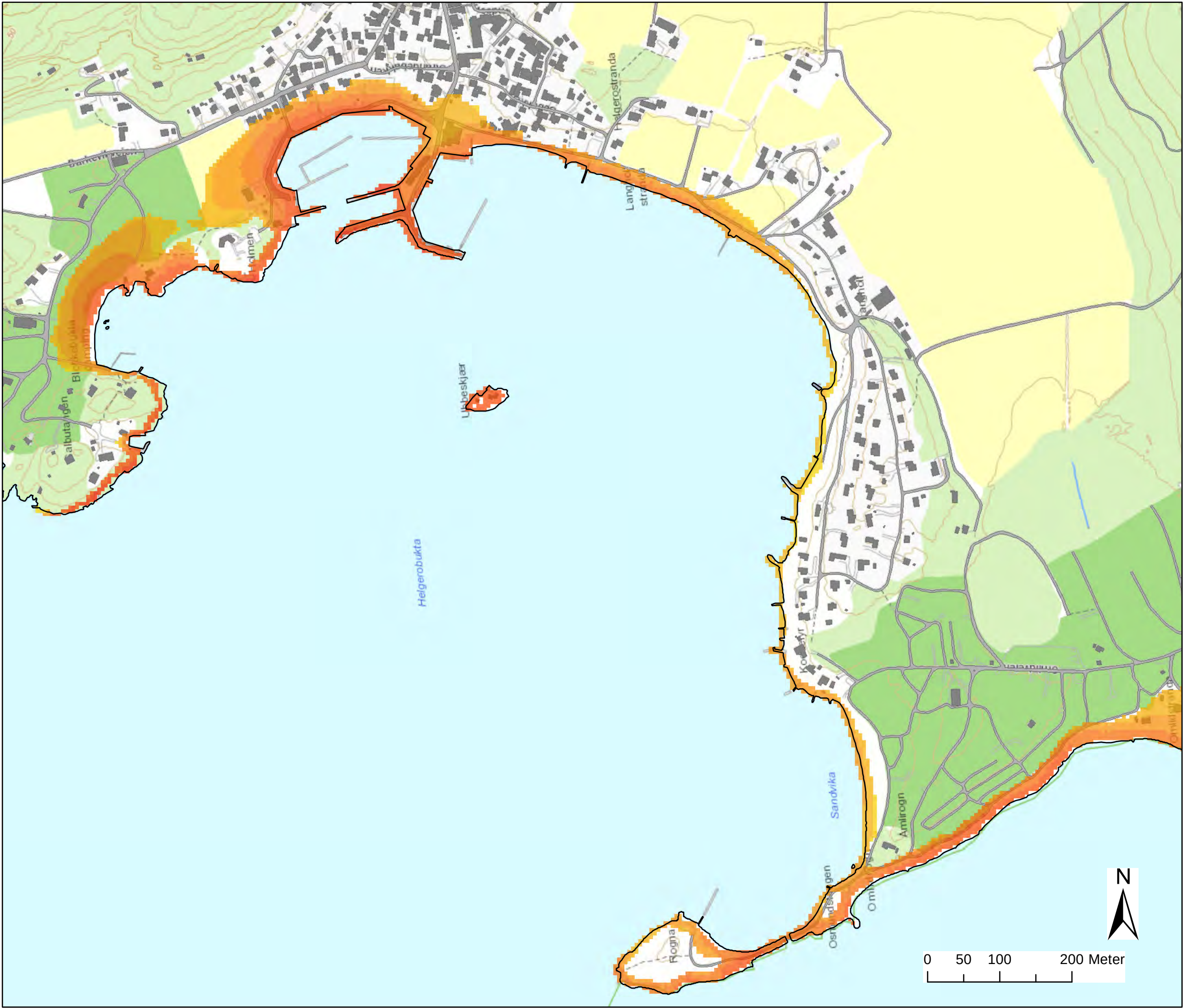
Maksimal flomdybde (m)

- 0.01 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- 2 - 3

Målestokk (A3): 1:5 000

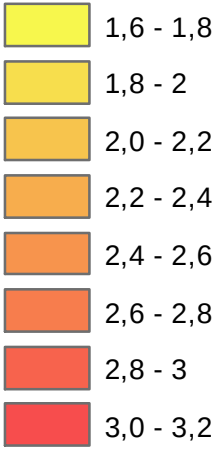
Maksimal flomdybde		
Hølen	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-88
	Utført KEk	Dato 2016-04-06
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	

F1.4.2 Maksimal overflatehevning



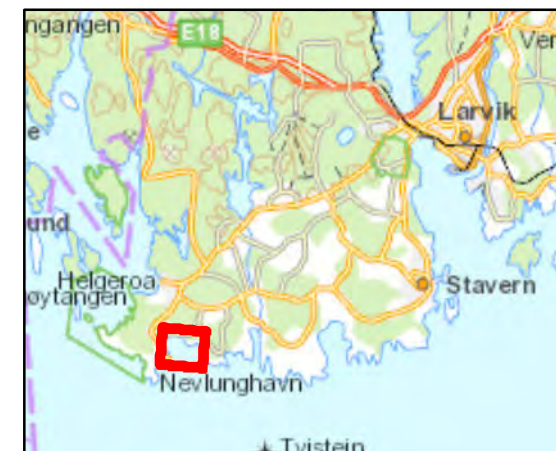
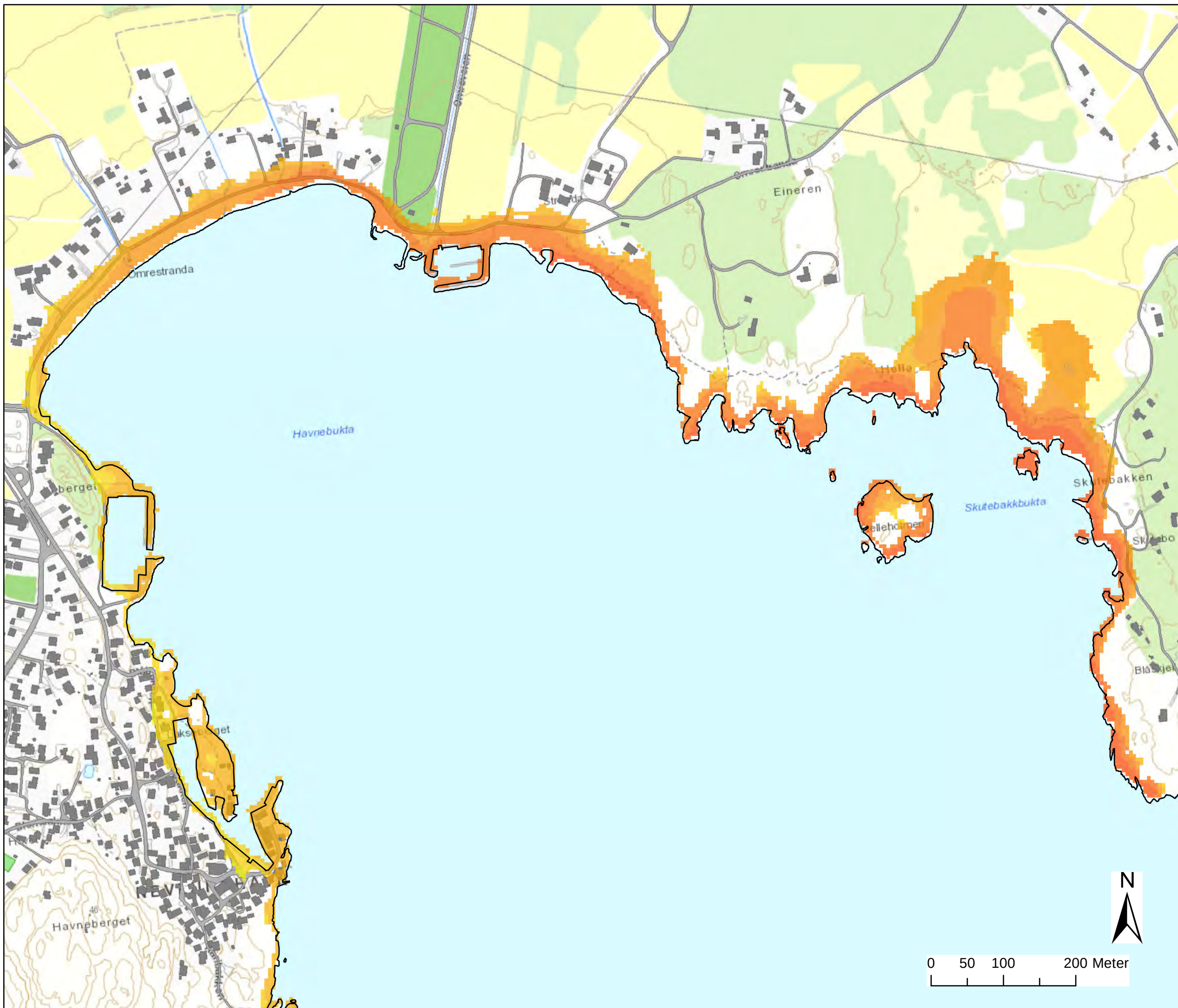
Tegnforklaring

Maksimal overflatehevning (m)



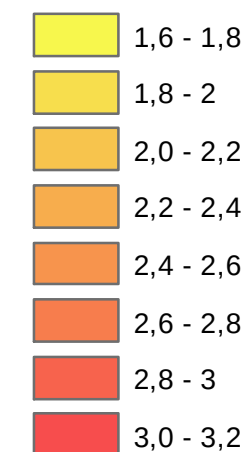
Målestokk (A3): 1:5 000

Stormflo		
Helgeroa	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-74
	Utført KEk	Dato 2016-04-08
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	



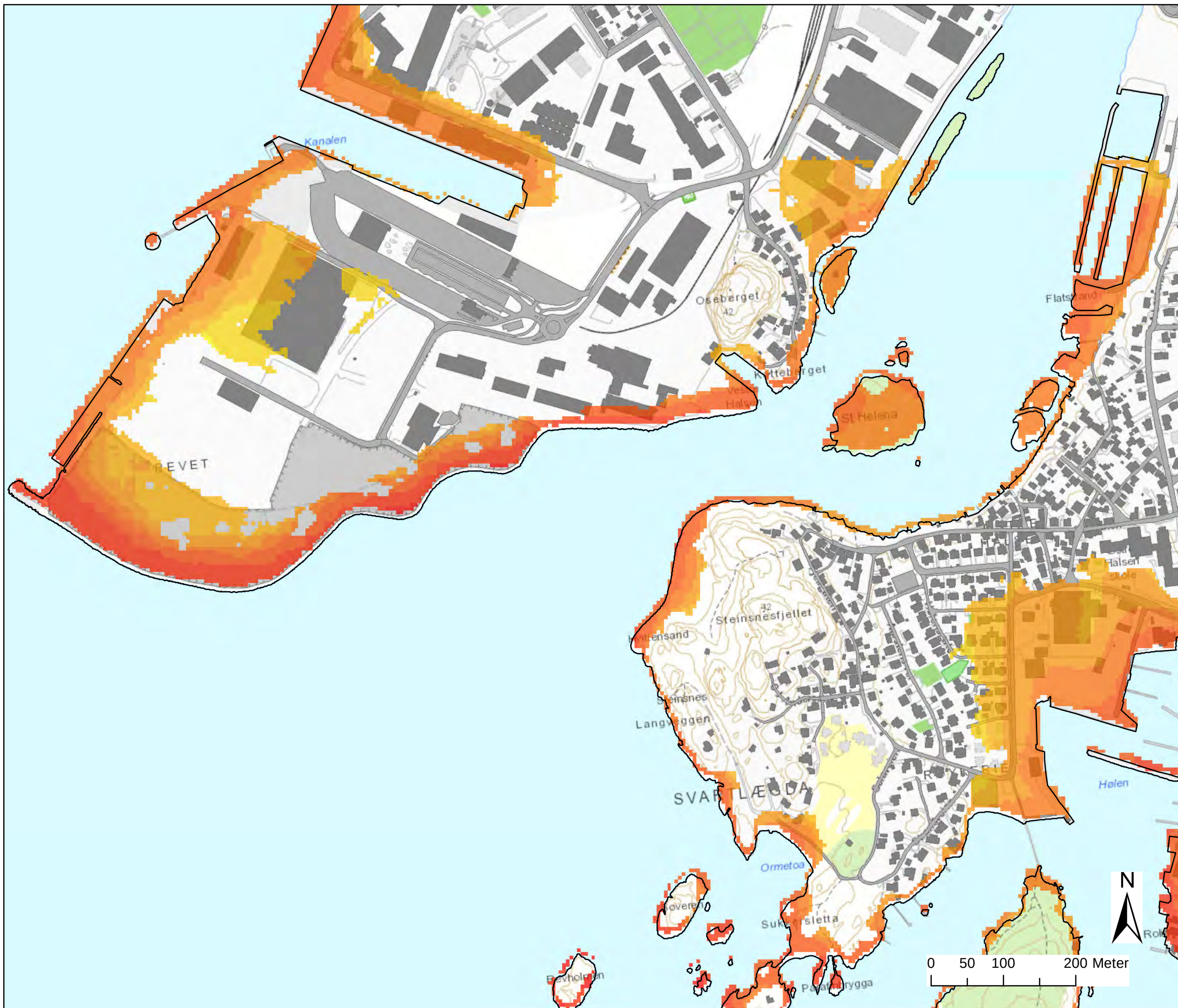
Tegnforklaring

Maksimal overflatehevning (m)



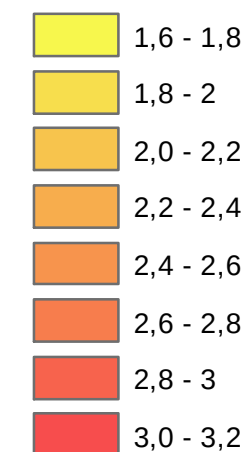
Målestokk (A3): 1:5 000

Stormflo		
Nevlungshavn	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-77
	Utført KEk	Dato 2016-04-08
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	



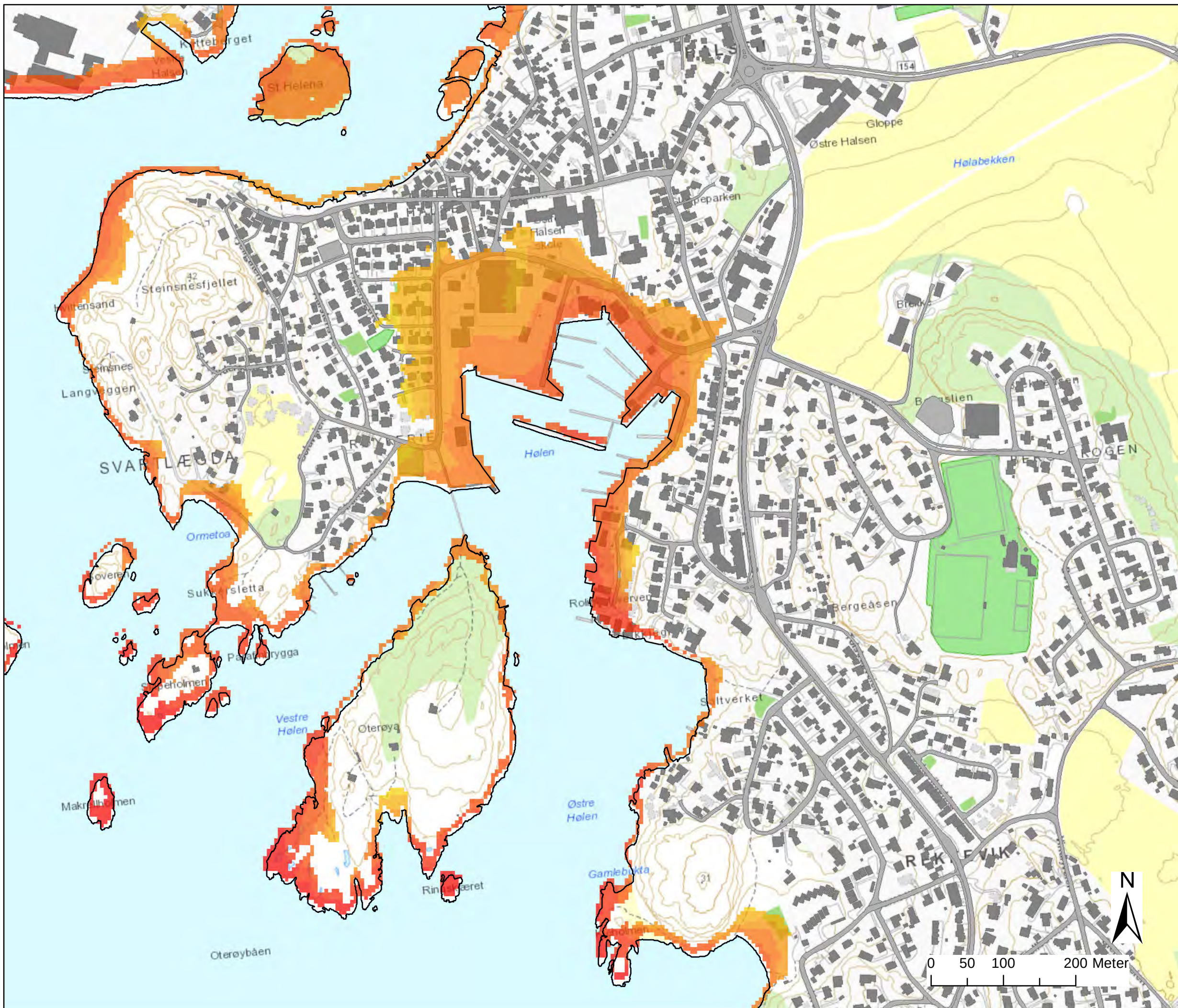
Tegnforklaring

Maksimal overflatehevning (m)



Målestokk (A3): 1:5 000

Stormflo			
Revet	Prosjektnr.	Kart nr.	
	20150471	F4-86	
	Utført	Dato	
	KEk	2016-04-08	
	Kontrollert	Godkjent	
	SG	CH	
NGI			



Tegnforklaring

Maksimal overflatehevning (m)

- 1,6 - 1,8
- 1,8 - 2
- 2,0 - 2,2
- 2,2 - 2,4
- 2,4 - 2,6
- 2,6 - 2,8
- 2,8 - 3
- 3,0 - 3,2

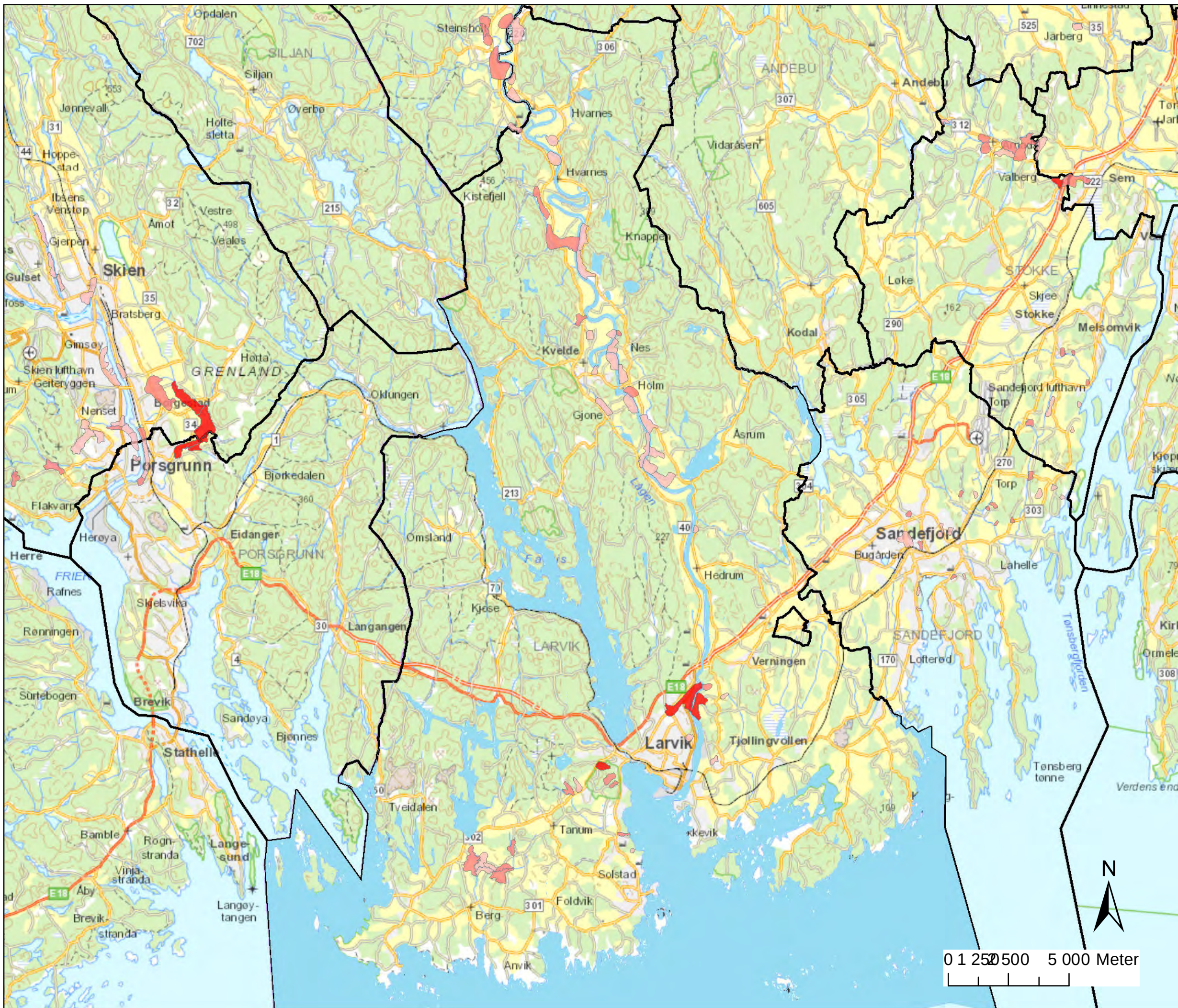
Målestokk (A3): 1:5 000

Stormflo		
Hølen	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. F4-89
	Utført KEk	Dato 2016-04-08
	Kontrollert SG	Godkjent CH
	NGI	

F2 Tegninger

F2.1 Kvikkleire

Tegning nr. K1	Oversiktskart kvikkleiresoner med faregrad i Lardal kommune
Tegning nr. K2	Oversiktskart kvikkleiresoner med faregrad i Larvik kommune



Tegnforklaring

Faregradklasse - Kvikkleire

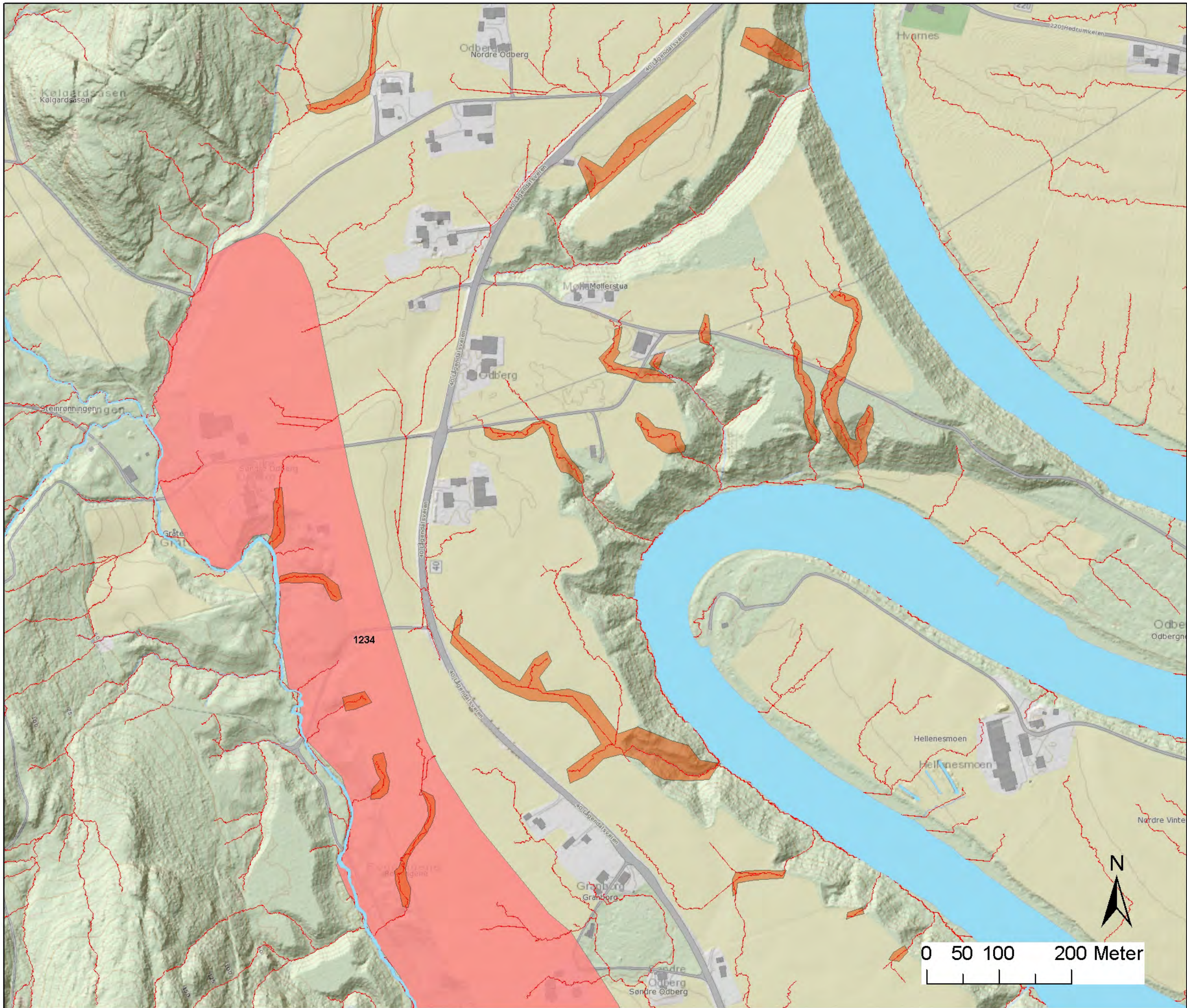
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:150 000

Lardal og Larvik kommuner		
Tilpasning til klimaendringer	Prosjektnr. 20150602	Kart nr. K-2
Fareområder for kvikkleireskred	Utført JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH	Godkjent CH
		

F2.2 Aktsomhetskart ravinering

Tegning nr. S1	Aktsomhetskart for jordskred og ravinering – Odbergheset Nord
Tegning nr. S2	Aktsomhetskart for jordskred og ravinering – Odbergheset Sør
Tegning nr. S3	Aktsomhetskart for jordskred og ravinering – Svingdalen
Tegning nr. S4	Aktsomhetskart for jordskred og ravinering – Husvann



Tegnforklaring

 Aktsomhetsområder-ravinering

Faregradklasse - Kvikkleire

SkredfaregradKlasse

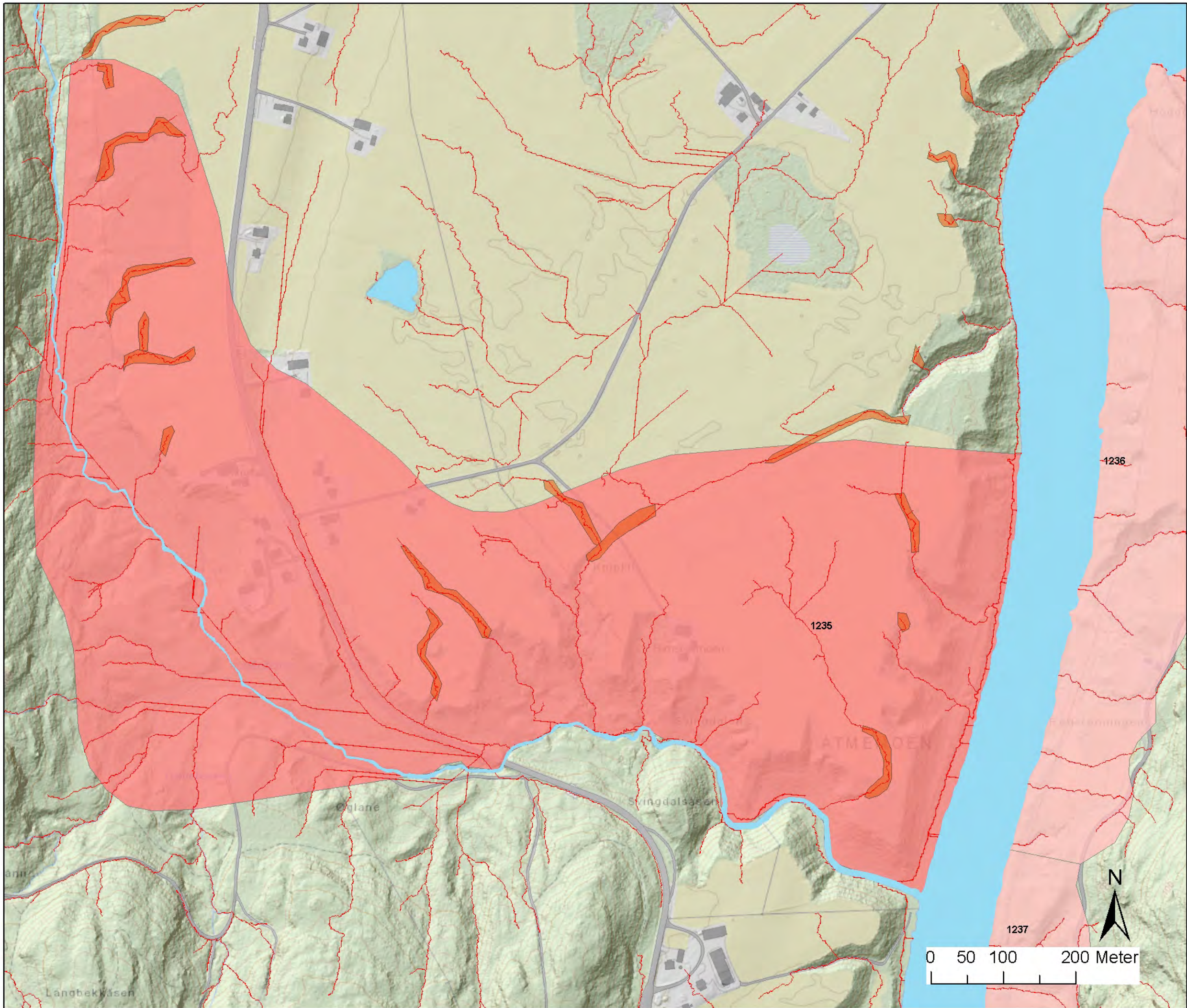
 1 - Lav

 2 - Middels

 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:5 000

Lardal og Larvik kommuner		
Aktsomhetskart for ravinering	Prosjektnr. 20150602	Kartnr. S-1
Oderneset Nord	Uttørt JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH/KeK	Godkjent CH
		



Tegnforklaring

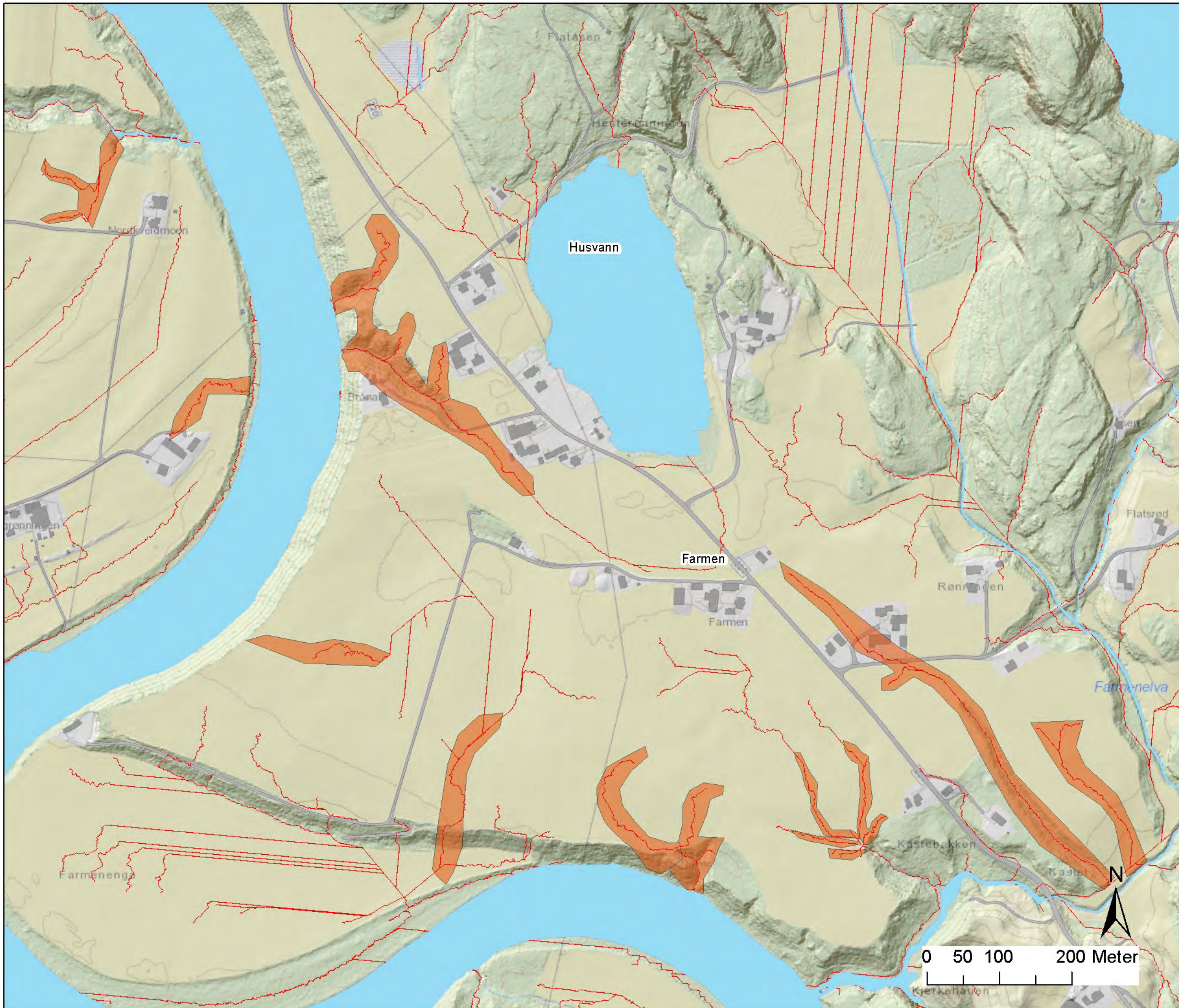
 Aktsomhetsområder-ravinerings

**Faregradklasse - Kvikkleire
SkredfaregradKlasse**

-  1 - Lav
-  2 - Middels
-  3 - Høy

Målestokk (A3): 1:5 000

Lardal og Larvik kommuner		
Aktsomhetskart for ravinerings	Prosjektnr. 20150602	Kartnr. S-3
Svingdalen	Uttørt JSL	Dato 2016-02-17
	Kontrollert ØAH/KeK	Godkjent CH
		



Tegnforklaring

 Aktsomhetsområder-ravinering

Faregradklasse - Kvikkleire

SkredfaregradKlasse

 1 - Lav

 2 - Middels

 3 - Høy

Målestokk (A3): 1:5 000

Lardal og Larvik kommuner		
Aktsomhetskart for ravinering	Prosjektnr. 20150602	Kartnr. S-4
	Uttørt JSL	Dato 2016-02-17
Husvann	Kontrollert ØAH/KeK	Godkjent CH
		

Vedlegg G

ORDLISTE

Innhold

G1 Forklaring av faguttrykk og forkortelser

2

G1 Forklaring av faguttrykk og forkortelser

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
ACER	Average conditional exceedance rate, metode for å beregne gjentakelsesintervaller basert på data fra målestasjoner (stormflo)
Aktsomhetskart	Kart som viser hvilke områder som potensielt kan utsettes for en faretype
AR5	Fifth Assessment Report of ICPP
ArcGIS	Geografisk informasjonssystem
Avrenningsfaktor	C, i den rasjonelle formel
Batymetri	Dybde i sjø
Bergtrykk	Opptreden av spenninger i berg
Bølgefrekvens	Antall bølgelengder som passerer et fast punkt per sekund
Bølgelengde	Avstand mellom bølgetopper
Bølgeperiode	Tiden bølgen bruker på å bevege seg en bølgelengde
CMIP5	Klimamodell
Delf3D-FLOW	Stormflo modell
Delf3D-WAVE	Bølgemodell (vindbølger), et annet navn er SWAN (se under)
Deterministisk	Fullstendig bestemt av tidligere tilstander. Motsatt av stokastisk
Dreietrykksondering	Normert sonderingsmetode som går ut på å trykke borstenger ned i bakken med konstant hastighet og med konstant omdreinings-hastighet. Omdreiningsmotstanden registreres som det trykk mot boret som skal til for å få den normerte nedpressingshastighet. Dreietrykksonderinger brukes til sondering i finkornede jordarter, fra leire til grus
Døgnmiddelflom	Middelverdi av flomvannføring gjennom et døgn
Early warning system	Varsling basert på tidlig (automatisk) registrering av en fare
Effektivspenningsanalyse	Stabilitetsanalyser som tar for seg en langsiktig situasjon hvor spenningsendringer i skråningen skyldes for eksempel nedbør og poretrykksendringer
eKlima	Internett portal som gir tilgang til Meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner
Ekstremanalyse (flom)	Ekstremanalyse av flomstørrelser, vanligvis årsflommer

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
Elveavsetning	Avsetning fra masse transportert av elver
Ensgradert avsetning	Referere til silt eller sand med uniform kornstørrelse (dvs. ingen variasjon i kornstørrelse)
Eurokode 7	Felles Europeisk regelverk for prosjektering og utførelse
Faresonekart	Kart som viser utbredelsen av en faretype med angitt returperiode
Fjellbånd	Stålbånd som boltes fast for å binde ustabile partier
Flogstein	Steinsprangblokker som knuses, og blir luftbårne – kan gå langt
Flomdybde	Høyden på vann over bakken hvor det vanligvis er tørt land. Brukes f.eks. ved stormflo
Flomkvantil	For eksempel 90 % kvantil: 90 % av dataene er innenfor denne verdien
Flomsonekart	Kart som viser utbredelsen av flom med angitt returperiode
Fluvial avsetning	Avsetning fra elver
Fluvial terrasse	Flate avsatt av sedimenter fra elver
Friksjonsvinkel	Styrke egenskaper til løsmasser som skyldes kontakt av partikler
Gabionkasse	Nettingkasse med stein, mye brukt til støtte-mur og lignende
Geometrisk tiltak	Sikringstiltak hvor det forandres på geometrien av en skråning for å heve stabiliteten
Geostudio	Geoteknisk numerisk beregningsverktøy
Glasifluviale avsetning	Avsetning fra breelver
Glideflate	En glideflate eller glideplan er en flate som danne under et jordvolum i bevegelse
Grunnbrudd	Terreng kollaps i finsand eller silt som skyldes høy hydrauliske gradienter og eller underjordiske erosjon fra grunnvann
Grunnundersøkelse	Grunnundersøkelse, undersøkelse av grunnens beskaffenhet
Grunnvannsspeil	Grunnvannsspeil er nivået for grunnvannet i berggrunn eller jordgrunn
HAT	Høyeste astronomiske tidevann
Havnivåstigning	Økt havnivå på grunn av termisk ekspansjon (vannet utvider seg når det blir varmere) og økt tilførsel av smeltevann (fra isbreer som ligger på land, f.eks. Grønlandsisen)
HEC-RAS 4.1	Hydraulisk modellverktøy. U.S. Army Corps of Engineers

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
HRV	Høyeste regulerte vannstand
Hydraulisk utløpsgradient	Helningsgraden på grunnvannsspeilet der hvor vannet strømmer ut av en skråning
Hydrodynamikk	Fysisk beskrivelse av trykk og strømning i vann
Hydrostatisk poretrykkfordeling	Poretrykksfordeling som er lik tyngdetetthet til vannet ganger dybden
Infiltrasjon	Innstrømning av vann i løsmassene
Jordskred	Også kalt løsmasseskred, utglidning av løsmasser (i hovedsak jord, stein, grus og sand) i bratte skråninger
Kapasitet stikkrenne	Dimensjonerende vannføring for ei spesifikk stikkrenne
Kohesjon	Styrkeegenskaper til løsmasser som skyldes geokjemiske bindinger mellom partikler
Kornfordelingsanalyse	Standard analyse metode for å beskrive og klassifisere sediment kornstørrelse
Kulminasjonsdata (flom)	Maksimalvannføring ved flomtopp
Klimapådriv	Ytre påvirkning av klimaet på jorden som f.eks. endringer i mengden solstråler kloden mottar, og endring i mengden partikler, drivhusgasser og skyer i atmosfæren
Konsentrasjonstid	Beregnet tid under intens nedbørsituasjon som går før hele nedbørfeltet gir maksimalt flombidrag
Kvartærgeologisk kart	Kart som viser romlig fordeling av løsmasser
Kvikkleire	Kvikkleire er definert som leire som har omrørt skjærstyrke mindre enn 0,5 kPa
Laserscanning	En metode for å måle avstander til terreng og objekter ved hjelp av infrarødt laserlys
Lamellmetode	Metode for beregning av skråningsstabilitet der jordvolumet deles inn i flere like brede lameller
Landhevning	Hevning av landmasser etter at den tunge isen som dekket Norge under istiden smeltet
Løsmasseskred	Utgliedning av løsmasser (i hovedsak jord, stein, grus og sand) i bratte skråninger
Løsneområde	Området der et skred blir utløst
Marin grense	Høyeste nivå som havet nådde etter siste istid
Marin leire	Gammel havbunn som etter landhevning er kommet på tørt land
Materialparameter	Parameter for en gitt jordart som brukes i analyser av stabilitet eller lignende
Meanderområde	Område der elva naturlig meanderer

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
Mettet tilstand	Tilstand hvor porene i et sediment er fullt med vann
Morfologi	Læren om landskapsformer
Neddykket tyngde	Tyngde til et sediment minus vannets tyngde
Nett (mot steinsprang)	Nett som festes i (antatt) faste deler av bergveggen for å begrense utfall av stein
NN54, NN2000	Høydereferanse for terrenghøyder (på land), fra h.h.v. år 1954 og år 2000
Norma konsolidert kvikkleire	En leire som ikke har opplevd spenninger større enn det den opplever i dag
Numerisk analyse	Analyser gjort ved hjelp av et dataprogram
NVS	Normal vannstand
Områdestabilitet	En stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer, noe som er typisk for kvikkleire. Skredet kan bli omfattende dersom det omrørte sprøbruddmaterialet får fritt utløp i fallende terreng
Overflatehevning (relatert til stormflo)	Høyden vannet når under f.eks. en stormflo, målt i forhold til nullpunkt for terrenghøyder (f.eks. NN54)
Overkonsolidert kvikkleire	En leire som tidligere har opplevd spenninger større enn det den opplever i dag
Permeabilitet	Et mål for evnen materialet har til å transportere væske
Piezometer	Instrument brukt for å måle poretrykk i grunnen
Pipes	Underjordiske kanaler
Poretrykk	Trykket i vannet i undergrunnen (her: i løsmasser)
Q_m , Q_n , Q_{50} , Q_{200}	Vannføring (middel, normal, 50 års- og 200-årsflom)
Raet	Navn på morenerygg (dannet av isbre) som går fra Mølen (mellom Nevlunghavn og Helgeroa) i vest via Horten og videre østover på østsiden av Oslofjorden og ender opp i Halden
Rasjonelle formel	Formel for å beregne flomvannføring
Ravine	Dypt nedskåret dal i marin leire
RCM	Regional Climate Models: regionale klimamodeller er sirkulasjonsmodeller som kun beskriver et begrenset område

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
RCP	Representative Concentration Pathways: utslippsscenarioer, dvs. antagelser om framtidige utslipp av klimagasser
RCP 8.5	Utslippsscenario "business as usual", der økningen i klimagassutslipp i stor grad følger samme utvikling som vi har hatt de siste tiårene
Reaksjonstid nedbørfelt, se også konsentrasjonstid	Tid før en nedbørhendelse eller slipp av vann kan registreres nedstrøms, stedsavhengig
Responstid	Se reaksjonstid
Risikokart	Kart som viser sannsynlighet for at en gitt fare skal oppstå
Romvekt	Brukes som et synonym til tyngdetetthet
ROS	Risiko- og sårbarhetsanalyse
Sedimenttransport	Sedimenter som følger en vannstrøm
SEEP/W	Beregningsverktøy for å evaluere grunnvannstrømning i jord
Sig	Bevegelse/deformasjon som foregår sakte i en skråning
Sikkerhetsfaktor (F)	Angir en beregnet verdi for forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter langs en potensiell glideflate
Silt	Sediment med kornstørrelse varierende mellom 0,06-0,002 mm
Skredgrop	Terrenggropa som står igjen i skredets løsningsområde etter de utglidde skredmassene
SLOPE/W	Beregningsverktøy for å vurdere skråningsstabilitet
Sprekkevannstrykk	Vann som trenger inn i sprekker i berget, ved nedbør øker trykket og således risiko for utfall av blokker
Spuntvegg	Avstivningsvegg i stål, mye brukt i byggegrop, men kan også brukes som tiltak mot steinsprang
Stabilitetsanalyse	Analyse av jordskråninger og deres potensial til å undergå bevegelse
Steinskred	Utfall av stein med volum i størrelsesorden 100 m ³ - 10,000 m ³
Steinsprang	Utfall av stein med volum under 100 m ³
Steinspranggjærde	Gjerde som har til hensikt å fange opp rullende og sprettende stein
Stokastisk	Nøyaktige tilstander på senere tidspunkt er uforutsigbare. Statistisk sett har stokastiske

Faguttrykk/forkortelse	Forklaring
	prosesser en sannsynlighetsfordeling. Motsatt av deterministisk.
Stormflo	Heving av vannivået i havet og fjorder på grunn av pålandsvind, lavere trykk og astronomisk påvirkning (månen og sola)
Strømningsgradient	se Hydraulisk utløpsgradient
Strømningshastighet	Hastighet til vannpartikler
SWAN	Simulating Waves Near-Shore, beregnings-verktøy for vindgenererte bølger, inkludert i stormfloberegningene som Delft3D-Wave
TEK10	Byggteknisk forskrift
Terskelfjord	En fjord som har grunnere områder (terskel) lenger ut, vil kunne få høyere vannstand p.g.a. terskelen når det kommer flom fra elver innenfor
Totalspenningsanalyse	Stabilitetsanalyse hvor man antar en korttids-situasjon som følge av raske spennings-endringer, som skyldes for eksempel menneskelig aktivitet (oppfylling eller utgraving)
Tyngdetetthet	Total tyngde delt på volumet et material opptar
Tørrmur	Natursteinmur uten bindemiddel (evt. kun jord), brukt til bl.a. voller og murer
Urfot	Den maksimale utbredelsen av hoveddelen av steiner/blokker fra steinsprang/-skred, dvs. nedkant ur
Utløpsdistanse	Rekkevidden til et skred
Utløpssone	Sonen der skredmateriale avsettes
Utløsningsområde	Se løsneområde
Vannføringskurve	Sammenhengen mellom vannføring og vannstand på spesifikt sted
Vertikalt strømningsstrykk	Vertikalkomponent av strømning i sedimenter som påvirker effektivspenninger i sedimenter
Vingebor	Redskap til å bestemme skjærfastheten i leire

Vedlegg H

REFERANSER

Innhold

H1 Referanser

2

H1 Referanser

- Bjørn Strøm AS (2000) Grunnundersøkelser for planlagt boligområde Hukesletta, Svarstad. 3298R1.
- Debernard, J., Røed, L.P. (2008) Future wind, wave and storm surge climate in the Northern Seas: a revisit. Tellus A, 60, 427–438.
- Dorren, L. (2015) Rockyfor3D (v5.2) revealed. Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper. 32 s.
- Drange, H., Marzeion, B., Nesje, A., Sorteberg, A. (2007) Opptil én meter havstigning langs Norskekysten innen år 2100. Cicerone 2, 29-31.
- DSB (2009) Havnivåstigning – estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner.
- DSB (2011) Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap - Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging.
- DSB (2015) Klimahjelperen – En veileder i hvordan ivareta samfunnssikkerhet og klimatilpasning i planlegging etter plan- og bygningsloven. ISBN 978-82-7768-353-9. <http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2015/Tema/Klimahjelperen.pdf>
- DSB (2015b) Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap – Kommunenes arbeid med stormflo og framtidig havnivåstigning.
- FLOODsite (2009) Flood risk assessment and flood risk management. An introduction and guidance based on experiences and findings of FLOODsite (an EU-funded Integrated Project). Deltares | Delft Hydraulics, Delft, the Netherlands. www.floodsite.net
- Gjevik, B. (2009) Flo og fjære langs kysten av Norge og Svalbard. Farleia Forlag.
- Gjevik, B., Flather, R.A., Hareide, D. (2003) Sea level oscillations with period 6 hours in the North Sea 29-31 Oct. 2000 – An analysis of data from northern North Sea and along the western coast of Norway. Ocean Dynamics Vol. 54, 477-488.
- Gjevik, B., Hareide, D. (2000) Ekstrem vannstandendring og strøm i Oslofjorden natten mellom 3. og 4. desember 1999. Naturen nr. 3, s. 258-263.
- Gjevik, B., Røed, L. P. (1976) Storm surges along the Western coast of Norway. Tellus 28 (2), 166-182.
- Gönnert, G. (2004) Maximum storm surge curve due to global warming for the European North Sea region during the 20th–21st century. Natural Hazards 32: 211–218.
- Gönnert, G., Dube, S. K, Murty, T., Siefert, W. (2001) Global storm surges. Die Küste, 63, 623pp.
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A., Ådlandsvik, B. (Red.) (2015) Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015. <https://klimaservicesenter.no/>
- HEC-RAS (2010) U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS model version 4.1. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- HydraTeam (2015) Oppmåling av tverrprofiler utløp Numedalslågen.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

- on Climate Change. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 s. doi:10.1017/CBO9781107415324. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf
- Jansson, A., Tveito, O.E., Pirinen, P., Scharling, M. (2007) NORDGRID – a preliminary investigation on the potential for creation of a joint Nordic gridded climate dataset. met.no report 03. Oslo.
- Johansen, S. (1959) On the effect of meteorological conditions upon the height of sea level at the coast of southern Norway. Met. Annaler, bind 4, no 14. DNMI, Oslo.
- KOU (2013:2) Vann og avløp 2014-2017. https://www.larvik.kommune.no/Documents/Temaplaner/2013/Vann%20og%20avl%C3%B8p%202014_2017.pdf
- Larvik kommune (2001) Flomskadekartlegging – innmåling av flomvannstandspunkter i Larvik kommune, brev til Fylkesmannen i Vestfold, 02.03.2001.
- Larvik kommune (2015) Planprogram for områdeplan Martineåsen. 24.9.2015 – https://innsyn.e-kommune.no/innsyn_larvik_politisk/wfdocument.ashx?journalpostid=2015072978&dokid=1053350&versjon=1&variant=A&
- Larvik kommune (2016) Høydemålinger v/Lågen, Larvik kommune, 22 og 23 februar 2016.
- Lowe, J. A., Gregory, J.M. (2005) The effects of climate change on storm surges around the United Kingdom. Philosophical Transactions of the Royal Society 363, 1313–1328.
- METU (2014a) Comparison of coastal structures in Europe and Japan. RAPSODI (Risk Assessment and design of Prevention Structures fOr enhanced tsunami DIaster resilience), Deliverable D3. NGI rapport 20120768-03-R, 40 pp. <http://www.ngi.no/en/Project-pages/RAPSODI/Reports-and-Publications>
- Mohr, M. (2009) Comparison of Version 1.1 and 1.0 of gridded temperature and precipitation data for Norway. met.no note 19. Oslo.
- NGI (2013) Utredning av kvikkleiresoner i Larvik kommune. Stabilitet av sonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet. Rapport nr. 20110548-01-R
- NGI (2014a) Skred, skredfare og sikringstiltak – praktiske erfaringer og teoretiske prinsipper. Universitetsforlaget.237s. ISBN 978-82-15-02391-5.
- NGI (2014b) GBV Storm surge modelling and hazard assessment – Storm surge risk assessment. NGI rapport 20120015-01-R Rev. 1. Oslo, Norway. 162 s.
- NIFS (2016) Metode for vurdering av løsne – og utløpsområder for områdeskred. Rapport nr. 14-2016. ISBN 978-82-410-1204-4
- Norconsult (2015) Dambruddsbølgeberegninger Dam Pålsbu, Norconsult 2014-09-18 Oppdragsnr. 5133576.
- Norsk klimaservicesenter (2015) Klimaprofil Vestfold. <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenter/klimaprofiler/klimaprofil-vestfold>

- Norsk Vann Rapport (162/2008) Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering.
<http://norskvann.no/index.php/kompetanse/va-bokhandelen/rapporter>
- Norsk Vann Rapport (190/2012) Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer. <http://norskvann.no/index.php/kompetanse/va-bokhandelen/rapporter>
- Norsk Vann Rapport (200/2014) Håndtering av overvann fra urbane veger.
<http://norskvann.no/index.php/kompetanse/va-bokhandelen/rapporter>
- NVE (2001) Flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg, NVE dokument 15/2001.
- NVE (2012) Komplettering av flomberegning for Numedalslågen ved Kongsberg (015.Z), NVE internt notat 05.01.2012.
- NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr 7-2014,» Norges vassdrag- og energidirektorat, 2014.
- Rahmstorf S. (2007) A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. Science 315, 368-370.
- Simpson, M.J.R., Nilsen, J.E.Ø., Ravndal, O.R., Breili, K., Sande, H., Kierulf, H.P., Steffen, H., Jansen, E., Carson, M., Vestøl, O. (2015) Sea level change for Norway – past and present observations and projections to 2100. NCCS report no. 1/2015.
- Sterr, H. (2008): Assessment of vulnerability and adaptation to sea-level rise for the coastal zone of Germany. Journal of Coastal Research, 2 (24), 380 - 393.
- Tveito, O.E., Bjørdal, I., Skjelvåg, A.O., Aune, B. (2005) A GIS-based agro-ecological decision system based on gridded climatology. Meteorol. Appl. 12, 57–68.
- von Storch, H., Woth, K. (2008) Storm surges: perspectives and options. Sustain Sci, 3, 33-43.
- Walling D.E. (2009) The Impact of Global Change on Erosion and Sediment Transport by Rivers: Current Progress and Future Challenges, UNESCO, 2009, 26p. ISBN: 9231041355, 9789231041358.
- Wolf, J. (2009) Coastal flooding: impacts of coupled wave-surge-tide models. Natural Hazards, 49, 241-260.
- Woth, K. (2006) PhD dissertation: Regionalization of global climate change scenarios: an ensemble study of possible changes in the North Sea storm surges statistics. Universitetet i Hamburg, Tyskland.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Vurdering av ekstrem nedbør, skred, flom, stormflo og havnivåstigning		Dokumentnr./Document no. 20150602-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited	Dato/Date 2016-04-15
		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0 /
Oppdragsgiver/Client Larvik kommune		
Emneord/Keywords Larvik, Lardal, klima, ROS, scenario, prognoser nedbør, skred, kvikkleire, steinsprang, steinskred, jordskred, løsmasseskred, flom, stormflo, havnivåstigning, tiltak		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Vestfold	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Larvik, Lardal	Feltnavn/Field name
Sted/Location	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemannskontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2016-04-18 Carl B. Harbitz	2016-04-18 Anders Solheim/ Bjørn G. Kalsnes		2016-04-15 Carl B. Harbitz

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 18. april 2016	Prosjektleder/Project Manager Carl B. Harbitz
---	------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

