

Til: Prosjektet
 Fra: Arne E. Lothe
 Dato: 2014-07-01

Stormflonivå Kirkenes

BESKRIVELSE

Norconsult har levert et notat til Norterminal, Gamnes, Sør-Varanger der det er gitt anbefalte verdier for ekstremverdier av stormflo fram til 2112. De anbefalte verdiene er gitt i Tabell 1. Verdiene er antatt brukt som operasjonelle kriterier for drift av havneterminal. Verdier er gitt for ulike konfidensintervall. Det er benyttet en rapport fra 2012 (2) for å bestemme sannsynlig havnivåstigning fram til 2062 og 2112. I denne rapporten er det hentet data fra et stort antall internasjonale modeller som estimerer global havnivåstigning, og det er gitt verdier innenfor 68 % og 95 % konfidensintervall for alle modellene. De globale data er justert for endringer i jordas gravitasjonsfelt og lokal landheving. De siste tallene fra 2012 gir noe lavere stigning og stormflonivå enn de verdiene som er presentert i DSB sitt standardverk Klima i Norge fra 2009 (3).

I forbindelse med utfyllingen på Slambanken i Kirkenes har SWECO laget estimater på mulig landheving og stormflonivå i Kirkenes. Deres data er basert på "Klima i Norge" (3), og er vist i Tabell 2.

Tabell 1 *Table showing storm surge levels in cm above NN1954 for the present (2014) and including future sea level rise (2062 and 2112).*

Return period years	2014	2062			2112		
		mean	68 % conf. limit	85 % conf. limit	mean	68 % conf. limit	85 % conf. limit
1	176	185	193	197	207	231	246
100	215	225	232	236	247	271	286
200	221	231	238	242	253	277	292
500	230	239	246	251	261	285	300
1000	236	246	253	257	268	292	307

Tabell 2 *Tabell hentet fra SWECO-notat*

100 års perspektiv (år 2100 relativt år 2000) relativt NN 1954				
	maksimal stormflo DSB	gjentakelsesintervall	bølgepåvirkning	sårbare områder
200 års hendelse (F2)	+331	+ 10	+ 0*	+ 341 cm
1000 års hendelse (F3)	+331	+ 25	+ 0*	+ 356 cm

Tallene i Tabell 2 er framkommet på følgende måte:

- ❖ "maksimal stormflo DSB" er estimert stormflo-nivå for 2100 med 100 års returperiode (fra "Klima i Norge") på 296 cm + angitt usikkerhet i estimatet på 35 cm = 331 cm.
- ❖ "gjentakelsesintervall" er et fast tillegg i 100-årsverdien for å gå fra 100 års returperiode til hhv 200 og 1000 års returperiode

- ❖ "bølgepåvirkning" er antatt lik 0 for skjermet farvann
- ❖ "sårbare områder" angir estimert stormflonivå for hhv 200 og 1000 års returperiode

Tallgrunnlaget for den netto havstigningen som er benyttet er vist i Tabell 3 (merket SWECO). I Norconsults beregning (høyre del av Tabell 3) er det benyttet Vardø-data fordi målestasjonen ligger der, og tilpasningen til Kirkenes er foretatt i siste del av beregningen. Vi ser at de nye tallene fra 2012 gir noe lavere estimat for netto stigning enn tallene fra DSB Klima i Norge. I virkeligheten er forskjellen noe større, fordi landhevingen i Kirkenes er større enn i Vardø, og dermed blir havstigningen i Kirkenes ca 10 cm mindre enn angitt i Tabell 3 (Norconsult data).

Tabell 3 Tabell over estimater på netto havnivåstigning from mot 2050/2062 og 2100/2112. Sweco-tall er hentet fra ref 3/2009, mens Norconsult-tall er hentet fra 2/2012.

År	SWECO (Sør-Varanger)			Norconsult (Vardø)								
	lav	midde l	høy	mest sannsynlige			68 % konf. intervall			95 % konf. intervall		
				lav	mid- del	høy	lav	mid- del	høy	lav	mid- del	høy
2050	8	16	30									
2062					12		2	11	20	-2	12	26
2100	40	60	95									
2112					40		5	35	65	-5	40	85

Når ekstreme vann-nivå beregnes, settes det opp som en sum av følgende komponenter:

- tidevann - forutsettes å være konstant over lang tid
- +værdrevet komponent (vind, luft-trykk osv), sannsynligvis ingen endring
- + netto havnivåstigning.

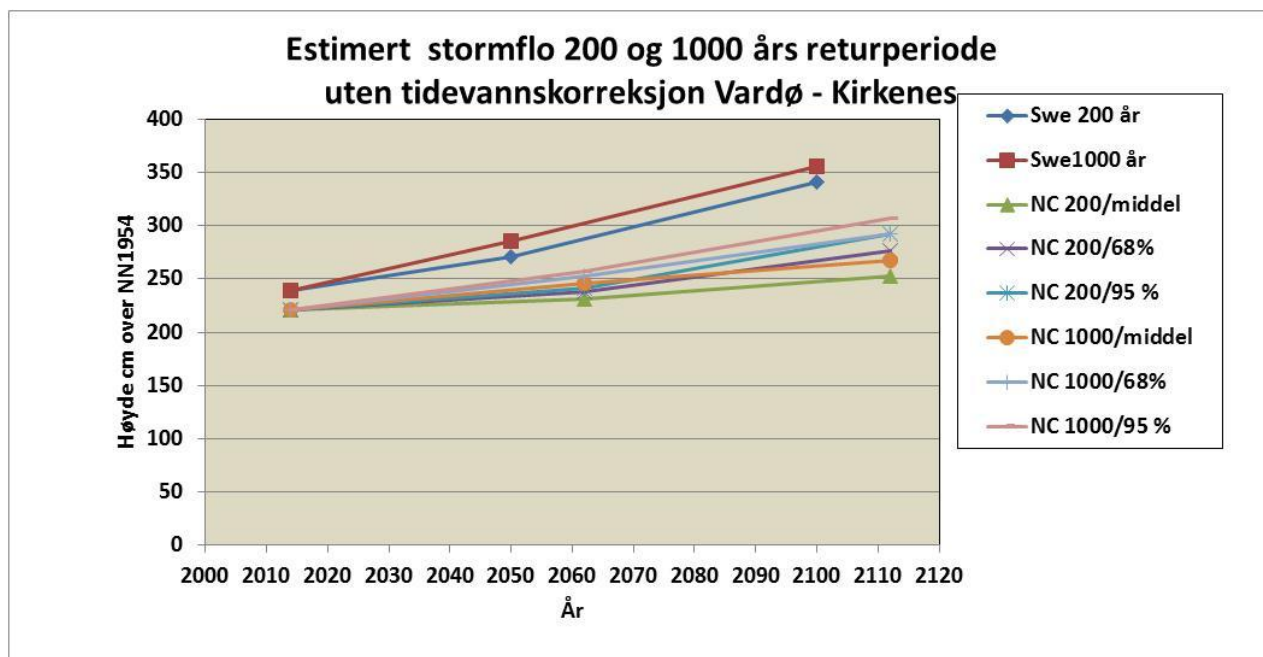
Det er ikke påvist at været vil endre seg så mye at det vil gi en effekt på vann-nivået. DSB-rapporten fra 2009 tar likevel inn 10 ± 5 cm for den sørvestlige delen av landet, men antagelig ikke for Nord-Norge. I netto havnivåstigning er det imidlertid en faktor som ikke er tatt med i DSB-rapporten: " *Endring i iskappenes gravitasjonskraft grunnet redusert masse blir diskutert (Gehrels og Long, 2008; Bamber mfl.2009; Mitrovica mfl. 2009) og er det ikke tatt hensyn til i denne rapporten.*"

Denne effekten er imidlertid tatt inn i rapporten fra 2012 (2), og det er hovedårsaken til at de siste estimatene fra 2012 blir lavere.

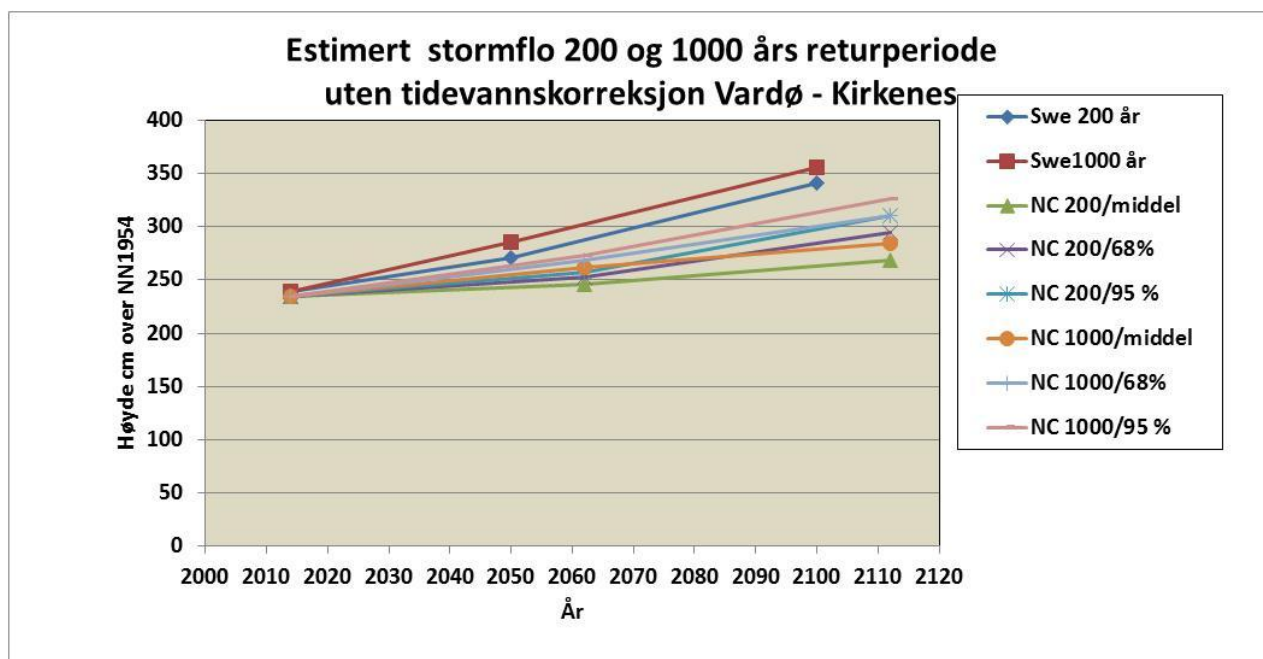
Ved den endelige beregningen av stormflodata har Norconsult tatt hensyn til at landhevingen i Kirkenes vil være ca 10 cm høyere enn i Vardø i 2112. Norconsults beregning av ekstremverdier er også basert på en eksakt beregning av estimater for 200 og 1000 år, i motsetning til DSBs anbefalte metode – benyttet av Sweco – der man legger til konstante verdier på 10 og 25 cm på 100-årsverdien for hhv 200 og 1000 år.

I Norconsults analyse er det derimot *ikke* tatt hensyn til Tidevannstabellens opplysning om at tidevannsamplitudene i Grense-Jakobselv er ca 6 % høyere enn i Kirkenes. Dersom man forutsetter at den forsterkningen gjelder hele vannsøylen (og ikke bare tidevannsdelen), vil estimatet på høyeste vann-nivå i Norconsults analyse stige fra 307 cm over NN1954 (2112, 1000 år, 95 % konf.intervall) til 326 cm.

Forskjellen i estimatene fra hhv Sweco og Norconsult er vist i Figur 1 (uten korreksjon for ulikt tidevann i Vardø og Kirkenes) og Figur 2 (med korreksjon for tidevannsforskjell).



Figur 1 Beregnede estimater for stormflo (cm over NN1954) i hht Sweco og Norconsult. Det er ikke tatt hensyn til mulig forsterkning av tidevannet fra Vardø til Kirkenes.



Figur 2 Beregnede estimater for stormflo (cm over NN1954) i hht Sweco og Norconsult. Det er tatt hensyn til mulig forsterkning av tidevannet fra Vardø til Kirkenes med 6 %.

KONKLUSJON

Det er påvist forskjeller i estimater fra hhv Sweco og Norconsult på framtidig ekstremverdi av stormflo i Kirkenes-området. Årsaken til ulikhetene mellom estimatene er følgende:

1. Swecos estimat er basert på en eldre publikasjon fra 2009 som har svakheter i beregningsmodellen (tar ikke hensyn til gravitasjonsfeltets betydning for vann-nivå), og en metodisk svakhet ved at kun 100-årsverdien er oppgitt, slik at 200 års og 1000 års verdiene må estimeres ved hjelp av konstante tillegg.
2. Norconsults regnemodell er basert på nyere data som tar hensyn til flere effekter som påvirker havnivået nå og i framtiden, og gir også en direkte beregning av ekstremverdier basert på lokale parametere.
3. Tatt i betraktning at det skal estimeres en hendelse som skal kunne inntreffe med en sannsynlighet på ca en gang hvert 1000. år om 100 år fram i tid, er forskjellen mellom Swecos estimat (356 cm over LAT) og Norconsults estimat (307 cm) relativt liten.
4. Norconsults estimat er basert på nyere data og modeller, og er sannsynligvis nærmere et korrekt tall enn estimatet fra Sweco og DSB, men DSBs tallmateriale er hjemlet i regelverket.

REFERANSER

1. Norconsult: MetOcean data at Gamnes, Kirkenes, Norway, notat datert 2014-06-30
2. J.E.Ø. Nilsen, Drange, H., Richter, K., Jansen, E., Nesje, A. (2012). Endringer i fortidens, dagens og framtidens havnivå med spesielt fokus på vestlandskysten. NERSC Special Report 89, Bergen, Norge. 48 s
3. NOU : Klima i Norge, 2009
4. SWECO: Vurdering sikker høyde – stormflo Pulkneset – notat datert 2014-06-30

Trondheim, 2014-07-01

Arne E. Lothe