

Notat: Havnivåstigning og stormflo - hensyn i planlegging av Nyhavna

I arbeidet med å forberede Nyhavna for klimaendringene og påfølgende havnivåstigning skilles det mellom forventet havnivåstigning (nytt fast havnivå) og forventet vannstand ved ekstremisituasjon (hittil lagt til grunn stormflo med 200 års gjentaksintervall + påslag bølgehøyde for offentlige rom). Det kreves ulike tiltak for å håndtere en ny fast vannstand og enkeltvis oversvømmelser. For eksempel vil heving av byggegrunn være et tiltak for å beskytte seg mot en fast forhøyet vannstand, mens man kan gjøre mindre krevende tiltak som tilrettelegger gater, offentlige rom, infrastruktur under bakken ol. skal tåle å tidvis utsettes for oversvømmelser.

Eksisterende regelverk om havstigning

- Med dagens regelverk så legges det til grunn en forventet havstigning for Trondheim på 53 cm for perioden 2081-2100. Denne hensyntar landheving.
- Bestemmelsesområde havstigning for Trondheim kommune i eksisterende KPA tilsier kote +4,87 m: "Avgrensningen ble beregnet ved forventet maksimal stormflo år 2100 med 1000 års gjentaksintervall, tillagt 1,2 m bølgepåvirkning basert på de tall som var tilgjengelig ved utarbeidelse av kommuneplanens arealdel. Dette medførte en avgrensning ved kote 4,87 (NN2000). Avgrensning basert på oppdaterte veiledere vil ligge noe lavere."

Flo og fjære i dag:

- Høyeste astronomiske tidevann (HAT) = 179 cm iht normalnull 2000 (NN2000)
- Laveste astronomiske tidevann (LAT) = sjøkartnull = -171 cm iht normalnull 2000 (NN2000)
- Middel høyvann = 86 cm NN2000

Se nivåskisse med vannstand og ekstremverdier i vedlegg 1.

Ettersom Nyhavna ligger på kote +2,5-3,3 m (NN2000)¹ i dag, vil det være 71-151 cm å gå på ved høyeste astronomiske tidevann som inntreffer et par ganger i året ("vanlig" høyvann ligger noe lavere), før havoverflaten stiger over land. Daglig høyvann vil derfor ikke utgjøre et problem med kjente prognoser for havstigning frem til år 2100.

Ekstrem høyvannssituasjon i fremtiden:

Gitte returnivå i DSBs veileder [Havnivåstigning og stormflo](#)², 2016, inkluderer høyvann og skal ikke hensyntas i tillegg til høyvann.

- Høyvann med 200 års gjentaksintervall = 232 cm (NN2000)
- Høyvann med 1000 års gjentaksintervall = 243 cm (NN2000)

¹ Trondheim Havn opplyser i epost 30. mars og 1. april 2020 at Nyhavna vest og transittpiren ligger mellom kote +2,5 m og +2,7 m, mens Strandveikaia og Ladehammerkaia ligger mellom kote +3,0 og +3,3 m (alle høyder i NN2000).

² I DSB veileder 2016: [Havnivåstigning og stormflo](#) oppgis det hhv. 238 cm og 249 cm over middelvann. Dette korrigeres med -6 cm ved omregning til NN2000.

Høyvann med ett års gjentaksintervall (187 cm NN2000) er godt under dagens kaikanter i Nyhavna. Høyeste observerte høyvann er 260 cm NN2000 (høyere enn 1000-års returnivå) og kan utgjøre et problem for områdene vest i Nyhavna allerede i dag. Høyvann med 200- og 1000-års gjentakelsesintervall vil gå over selv de høyeste av dagens kaikanter dersom havnivået stiger hhv. 98 cm og 87 cm.

Hvilket år skal vi planlegge for på Nyhavna?

Fra DSBs veileder [Havnivåstigning og stormflo](#), 2016:

“Det meste som bygges har lang levetid. Spesielt gjelder dette for mye av infrastrukturen og de fleste bygninger som bygges. DSB har, i samråd med andre forvaltningsorgan og forskere, vurdert at tidsperioden 2081–2100 bør legges til grunn i planleggingen. Årsaken til at ikke året 2100 brukes, er at dette kun utgjør ett enkelt år, mens det for perioden 2081–2100 er et snitt av flere år, og representerer dermed tallverdiene på en mer robust måte.”

Hensyn til havnivåstigning og stormflo i år 2100

For planlegging og fremtidig havnivå anbefaler DSB framskrivningens øvre del (95 prosentil) for scenario RCP8.5 for perioden 2081-2100 relativt til 1986-2005. Ved å bruke 95 prosentilen som klimapåslag i stedet for middelveidien, tar man i større grad høyde for usikkerheten knyttet til tallene for havnivåstigning.

FNs klimapanel (IPCC) la i september 2019 frem en ny spesialrapport om hav og is ([Summary for Policymakers](#)). Gjennom denne rapporten har IPCC oppjustert anslaget for global havstigning sammenlignet med tidligere rapporter. Oppjusteringer skyldes at man nå er i stand til å modellere hvilken effekt smelting av is på Grønland og Antarktis har på havnivået. Gjennomsnittlig økning i globalt havnivå for år 2100 er med dette oppjustert med 12 cm for framskrivningens øvre del (95 prosentil) for scenario RCP 8.5 sammenlignet med tidligere rapporter fra IPCC. En økning på 12 cm i globalt havnivå kan slå noe ulikt ut ulike steder på kloden. Det vil ta 2-3 år før disse nye anslagene på global havstigning er brutt ned til regionalt/lokalt nivå.

Siden IPCCs siste rapport oppjusterer tall for år 2100 med 12 cm, ser vi heretter utelukkende på år 2100 der økning i havnivå så langt har vært fremskrevet til 60 cm for Trondheim. Det er 7 cm høyere enn fremskrivningen for perioden 2081-2100. Tallet fremkommer i rapporten som er grunnlaget for DSBs veileder, Norwegian Centre for Climate Services (NCCS) sin rapport nr. 1/2015 [Sea Level Change for Norway](#). Hvis vi i tillegg tar hensyn til en global økning på 12 cm, kan vi legge til grunn en havstigning for Trondheim på 53 cm + 7 cm + 12 cm = 72 cm i år 2100 for framskrivningens øvre del (95 prosentil) for scenario RCP8.5.

Offentlige rom og 1. etasjer

Sikkerhetsklasse F2 gjelder tiltak der oversvømmelse har middels konsekvens. Dette omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold. De økonomiske konsekvensene ved skader på byggverket kan være stor, men kritiske samfunnsfunksjoner, som sykehus, politi og brannvesen etc. settes ikke ut av spill.

Nedgravd infrastruktur i form av VA-ledninger må man akseptere at blir liggende lavere enn det som stilles til krav for sikkerhetsklasse F2. Ledninger ligger ofte 2 meter under terrengnivå. På den annen side tåler VA-ledninger at vannivået blir høyere ved en ekstrem situasjon, systemet dreneres når vannivået synker igjen.

Fremtidig havnivå ved ekstrem situasjon for Trondheim i år 2100 med høyde for 200 års returnivå:

$$\begin{aligned} & 232 \text{ cm NN2000 (middelverdi sikkerhetsklasse 2 - 200 års returnivå)} \\ + & 72 \text{ cm havstigning (95 prosentil) for år 2100} \\ = & \underline{\underline{310 \text{ cm (rundes opp til nærmeste hele 10 cm)}}} \end{aligned}$$

Tekniske installasjoner

Sikkerhetsklasse F3 gjelder tiltak der oversvømmelse har stor konsekvens inkl forurensningsfare. Det gjelder byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og tekniske installasjoner, som pumpestasjoner for vann, trafostasjoner, heiser og tekniske rom, som må fungere for at offentlige infrastruktur (i sikkerhetsklasse F2) kan levere tjenester. Enkelte gater som må fungere for beredskap.

Fremtidig havnivå ved ekstrem situasjon for Trondheim i år 2100 med høyde for 1000-års returnivå:

$$\begin{aligned} & 243 \text{ cm NN2000 (middelverdi sikkerhetsklasse F3 - 1000 års returnivå)} \\ + & 72 \text{ cm havstigning (95 prosentil) for år 2100} \\ = & \underline{\underline{320 \text{ cm (rundes opp til nærmeste hele 10 cm)}}} \end{aligned}$$

Anslå nytt tall for havstigning etter 2100

Fra DSBs veileder [Havnivåstigning og stormflo](#), 2016:

“Hva med tiden etter 2100? Det er ikke gjort regionale fremskrivninger for neste århundre. Men, som FNs klimapanel skriver i sin siste rapport, er det nærmest sikkert at globalt havnivå vil fortsette å stige, og globale fremskrivninger for år 2300 spenner fra mindre enn 1 meter til mer enn 3 meter. Grunnen til at man er så sikker på fortsatt stigning, skyldes tregheten i havets opptak av varme og tilhørende termisk ekspansjon, og smelting av de store iskappene på grunn av global oppvarming.”

Fra rapporten [Summary for Policymakers](#), side 7, kan vi bruke den nederste figuren for å lese av et tall for år 2150 og bruke det som antatt havstigning, deretter legge på ekstrem situasjon og bølgehøyde. **Medianverdi (50 prosentil) innen scenario RCP8.5 (rødt felt) tilsvarer 1,63 m for år 2150.** På grunn av ismelting, kan vi vurdere å se på worst case (95 prosentil) innenfor worst case scenario (RCP8.5). Da vil påplussingen i år 2150 være på **ca 2,2 meter** i stedet for 1,63 m.

Hvordan ta høyde for landheving etter 2100?

På kartverket sine sider angis 4,2 mm landheving per år, at landhevingen er 13 cm i år 2030 og 42 cm i år 2100, begge tall sammenlignet med år 2000³. Med andre ord tilnærmet lineær stigning og vi kan anta **63 cm i 2150**. Det kan likevel ikke utelukkes lokal innsynkning for Nyhavna.

³ <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=212924&city=Trondheim#tab4>

Fremtidig havnivå ved ekstremstiasjon for Trondheim i 2150 mhp landheving:
232 cm NN2000 (middelverdi sikkerhetsklasse F2 - 200 års returnivå)
+ *163 cm havstigning (50 prosentil) - 63 cm landheving*
= **340 cm (rundes opp til nærmeste hele 10 cm)**

Antatt fremtidig worst case havnivå ved ekstremstiasjon for Trondheim år 2150 mhp landheving:
243 cm NN2000 (middelverdi sikkerhetsklasse F3)
+ *220 cm havstigning (99 prosentil) - 63 cm landheving*
= **400 cm (rundes opp til nærmeste hele 10 cm)**

Konklusjon

Daglig høyvann/flo vil ikke utgjøre et problem i Nyhavna frem til 2150 med kjent prognose for havstigning og landheving.

Byplanlegging som hensyntar ekstremhendelser frem til 2100 må minimum hensynta

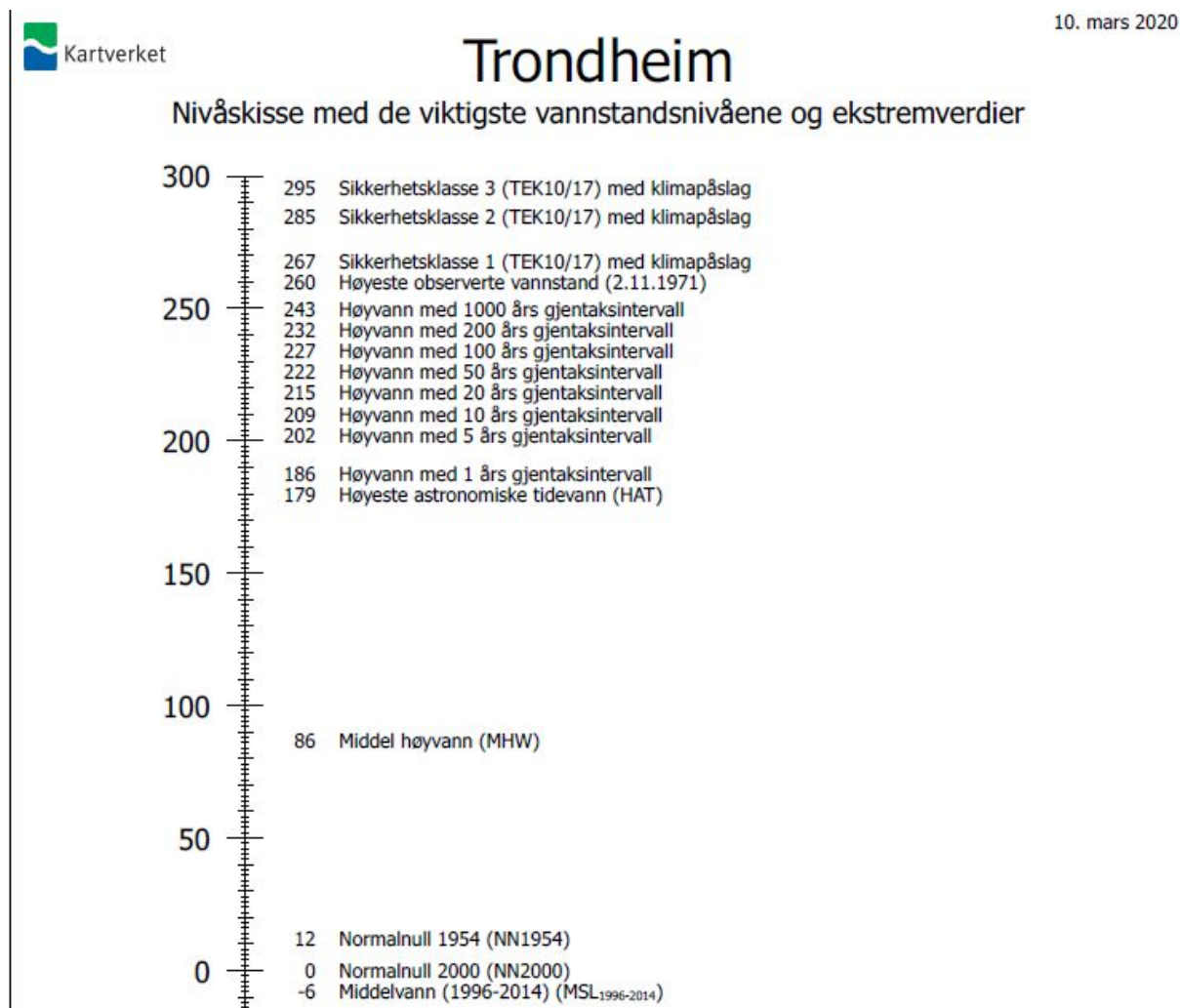
- kote +3,1 m (NN2000) for offentlige rom og gater (F2)
- kote +3,2 m (NN2000) for tekniske installasjoner (F3)

Byplanlegging som hensyntar ekstremhendelser frem til år 2150 må minimum hensynta at vannet i ekstremstiasjoner kan nå kote +4,0 m (NN2000).

I tillegg til selve vannstanden må man også vurdere bølgehøyder som kan opptre samtidig med stormflo. Det er bølgekraftene som ved høy vannstand ofte gir de største skadene⁴. Stormflo inntreffer ofte i forbindelse med værtyper som preges av sterk vind og mye bølger.

⁴ [5.3. Kartlegging av stormflod](#)

Vedlegg 1: Nivåskisse med vannstand og ekstremverdier



Figur 1: Nivåskisse med vannstand og ekstremverdier med referanse til normalnull 2000 (NN2000), [Trondheim](#). Denne illustrasjonen representerer dagens situasjon (2020), og danner grunnlaget for beregninger av fremtidig vannstand.