



WHEN TRUST MATTERS

Forurensing og avfall

Fagutredning for virkninger av havvind

Eirik Færøy Sæbø

05 November 2024



Fagutredningens formål

Utredningen skal på et overordnet nivå, fremskaffe beslutningsrelevant kunnskap om utredningsområdene.

Målet er å belyse forventet bruk av materialer, kjemikalier og stoffer som kan medføre forurensning og avfall ved etablering av havvind. Inkludert risiko for utslipp til sjø og luft, samt omfang og virkninger av dette. Det skal utredes mulig omfang av konsekvenser av forurensning og avfall basert på interesser og verdier i de ulike områdene. Videre skal aktuelle avbøtende tiltak beskrives som del av utredningen.



Forurensning



**Planlagte
utslipp**

**Forventet
utlekking**

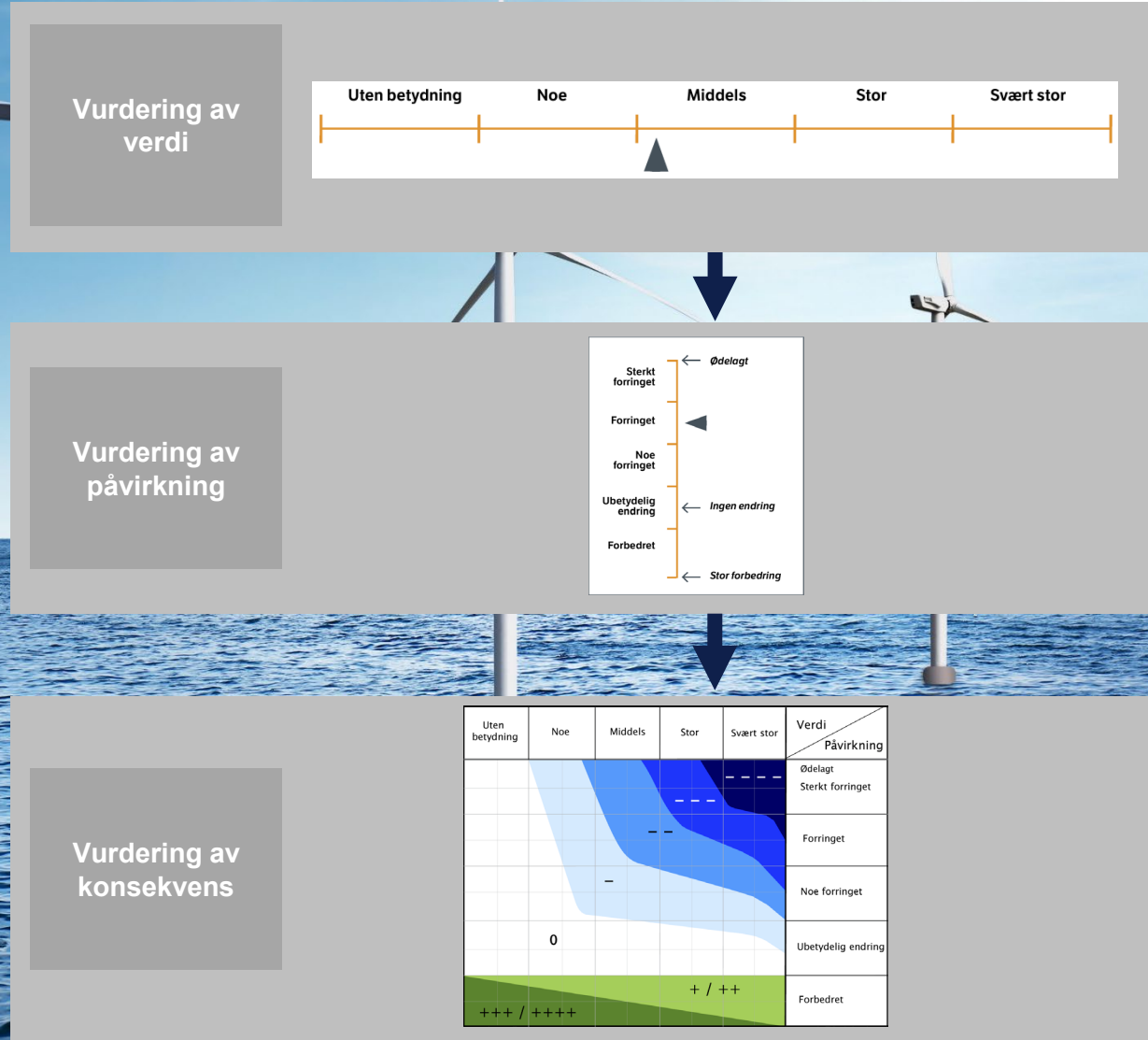
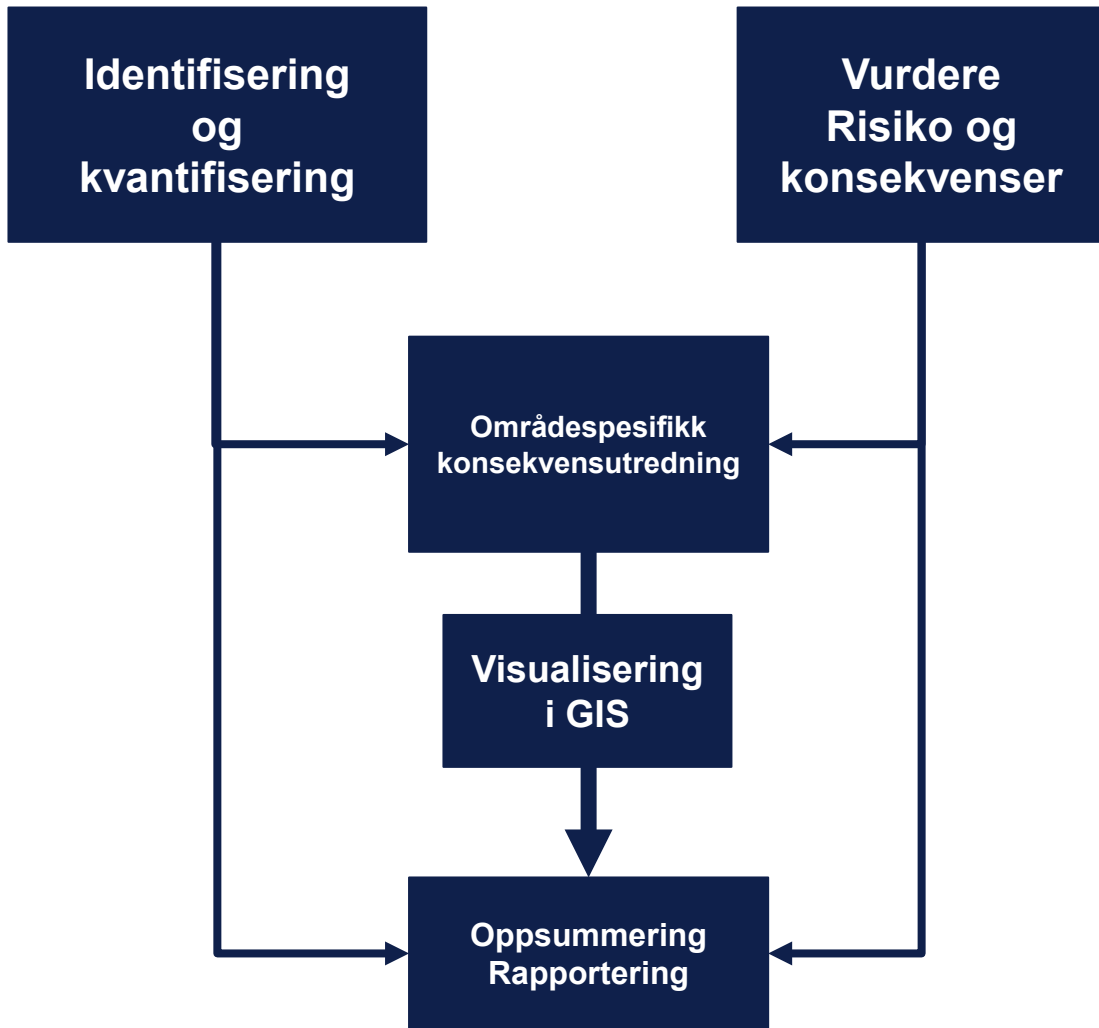
Avfall



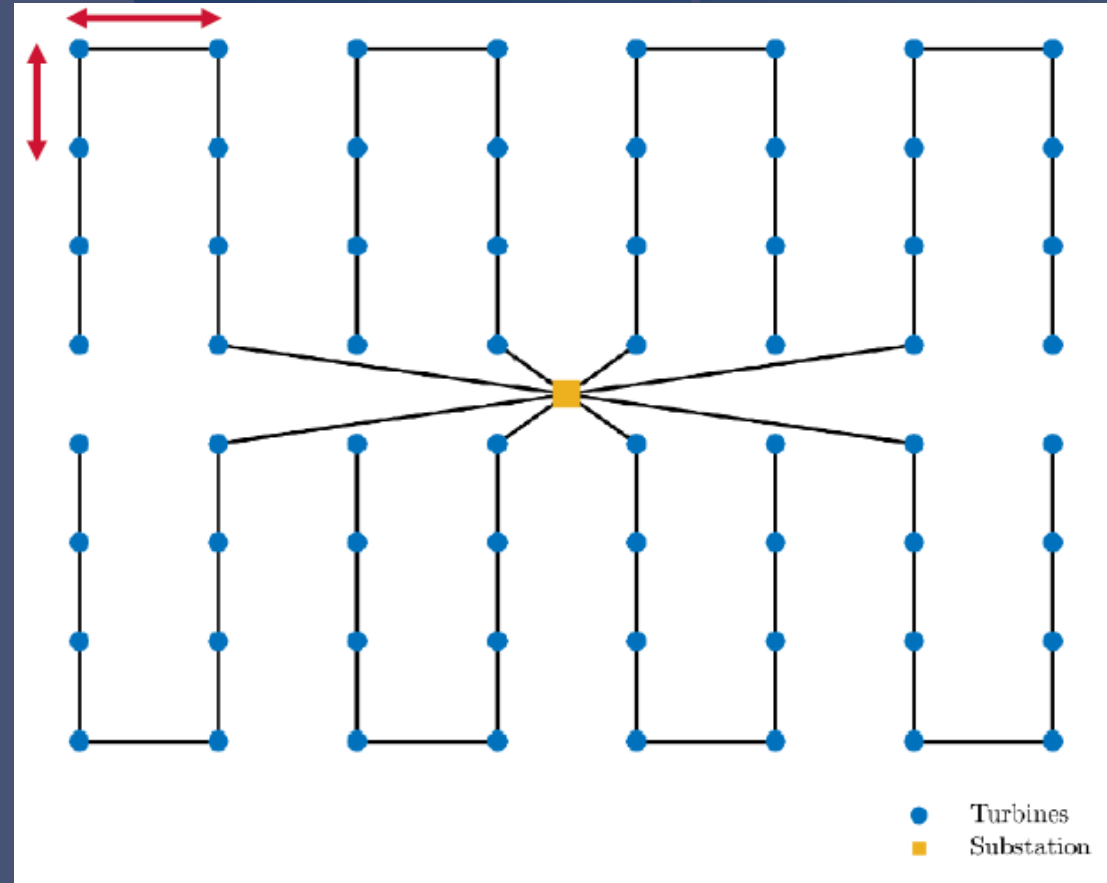
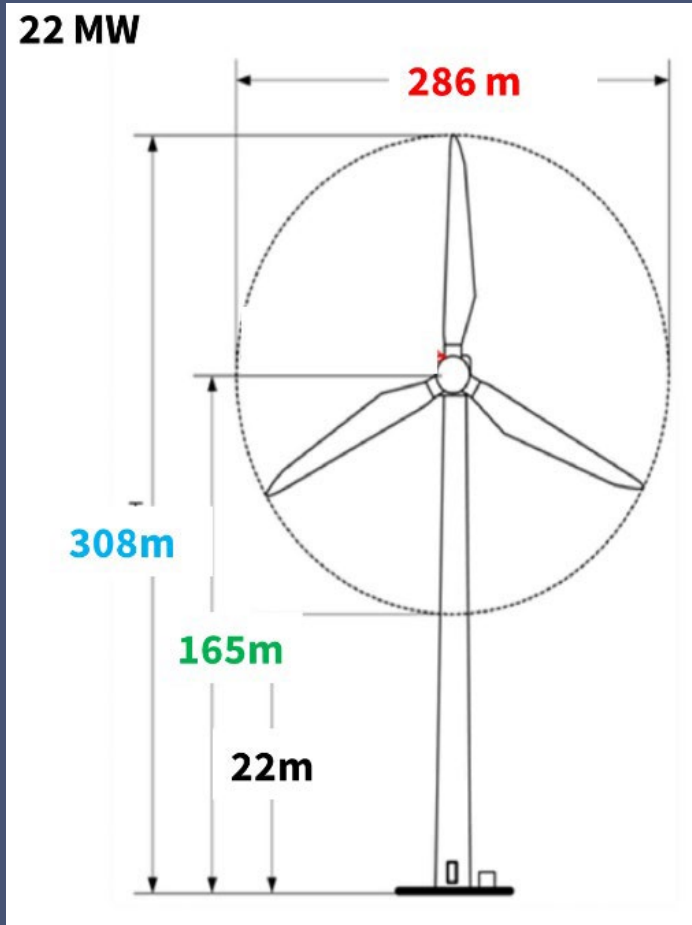
Materialforbruk

Kjemikalieforbruk

Fremgangsmåte

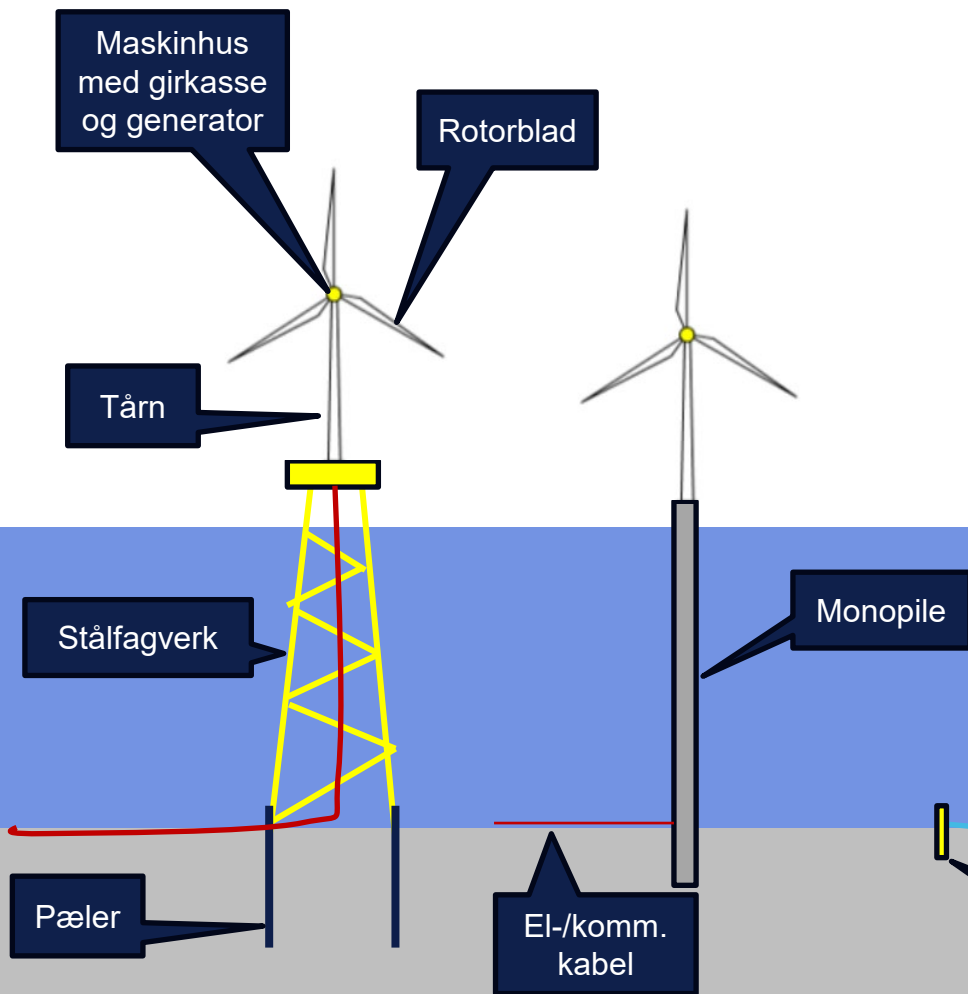


Forutsetninger

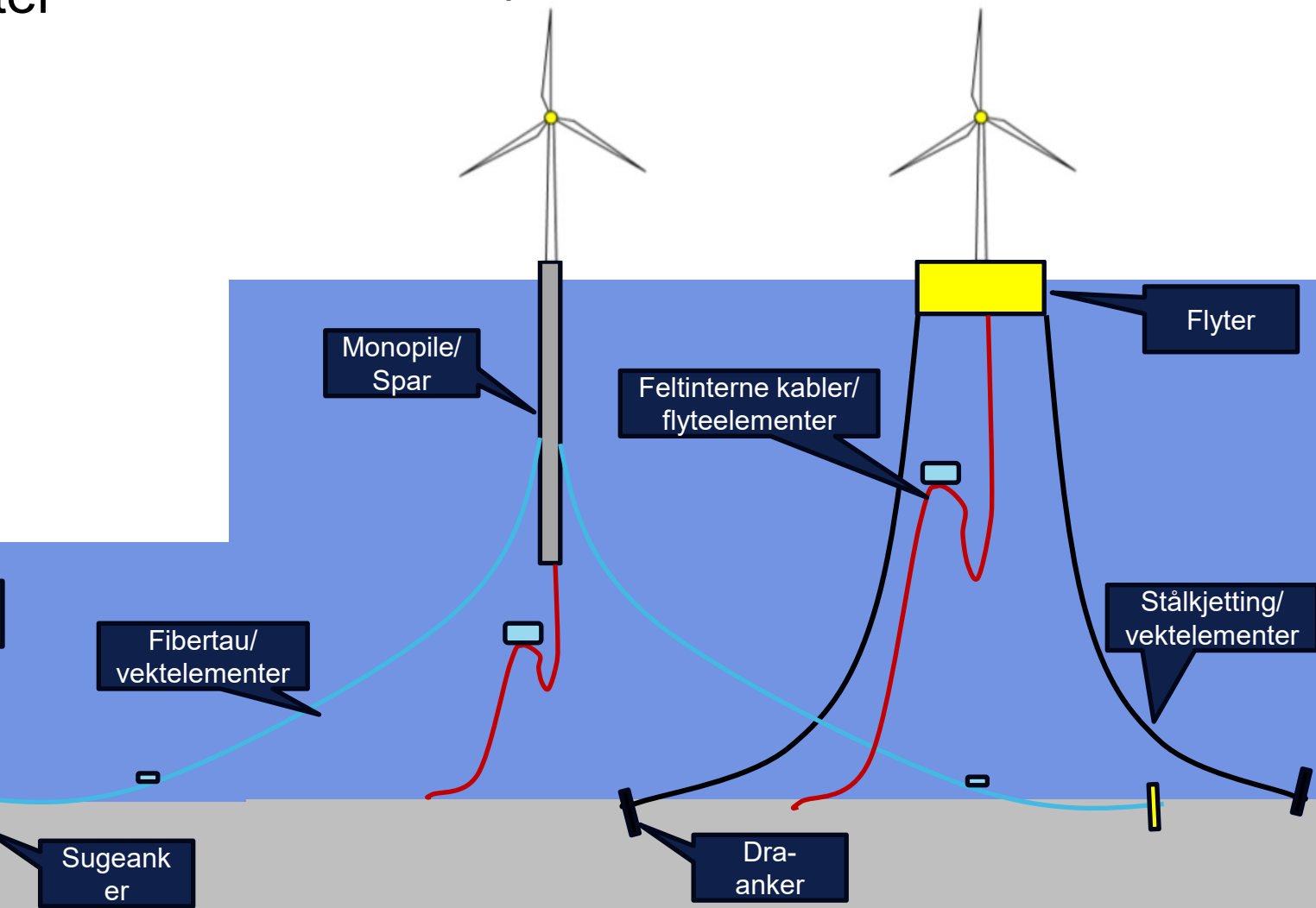


Forutsetninger

Bunnfaste hovedkonsepter



Flytende hovedkonsepter



Forurensning

Planlegging

Utbygging

Drift

Avvikling

Tabell 3-1 Oppsummerende tabell over forurensningspotensiale og avfall fra de ulike fasene.

Planlegging
Denne fasen vil ikke medføre vesentlig forurensning eller avfall.
Utbygging
Emballasje: plast, papp, tre
Søl av: olje, hydraulikkolje, transformatorolje, diesel, maling samt fett og lignende
Kabelrester (EE-avfall)
Betong
Anleggsmaskiner: CO ₂ , NO _x , S, samt eventuelt dieselsøl
Drift
Mikroplast (estimert 150-200 gram/turbin per år fra turbinblader + utslipp av fra slitasje på maling på hele strukturen), Bisfenol A (estimert 1,5 milligram/år)
Eventuelt vaskemiddel
Smøremidler/hydraulikkolje/girolje og oljefilter (avfall)
Utskiftning komponenter
Avvikling
Samtlige inngående komponenter (se avsnitt 2.3)
Maskinutstyr for klipping/kraning/bortkjøring: CO ₂ /NO _x /S samt eventuelt diesel
Smøremidler/oljer



Errosjon av coating på turbinblad. Foto: NVE

Forurensning

- Én aktør beregnet slitasjen til 200 g/turbin per år. Vestas og Siemens Gamesa estimerer slitasjen fra turbinbladene til opp mot 150 g/turbin per år, dette er i all hovedsak overflatebehandling som vil slippes til miljøet som mikroplast (NVE, 2024).
- Innholdet og størrelsen på mikroplasten vil variere utfra type overflatebehandling som er brukt.
- Basert på anslag av mikroplast tilsvarende 200 g/turbin per år, blir det årlige utslippet fra Referanseprosjektet på 13,6 kg/år

Struktur	Årlig utslipp av mikroplast per enhet (kg)	Referanse	Skalerte årlig utslipp av mikroplast (kg)
Turbin	0,2	NVE	13,6 (Referanseprosjektet)

- Det er spesifikke krav til tykkelsen av maling som skal påføres i ulike soner; skvalpesonen, nedsenket sone og atmosfærisk sone.
- Med utgangspunkt i malingsvolumer angitt for strukturene, tilsvarer dette maksimalt 21-42 kg maling per turbin per år - avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design.
- Andelen bindemiddel i malingen er på ca 25-30%, og det er bare denne delen av malingen som kan medføre utslipp av mikroplast (Skilbred pers. med., 2024).
- Basert på grove beregninger kan dermed slitasje på malingen på strukturene medføre maksimale utslipp av 6-13 kg mikroplast per år per turbin.

Struktur	Årlig utslipp av mikroplast per enhet (kg)	Referanse	Skalerte årlig utslipp av mikroplast (kg)
Turbin	6-13	Basert på tall og informasjon presentert i denne rapporten	400-850 (basert på 68 turbiner i Referanseprosjektet)
Norges totalutslipp	NA	Mdir, 2020	19 000 tonn
Fritidsbåt	0,135	Aarflot et al. (2024)	58 (basert på bruk av 430 000 fritidsbåter i ytre Oslofjord (sjøareal på 3126 km ²))
Kosmetikk		SSB	27 tonn
Vaskemidler		SSB	20 tonn
Kunstgress		SSB	6000 tonn

Skalering

Hovedkomponent	5 MW (Kouloumpis & Azapagic 2021)	22 MW ((Skaleringsprinsipper etter Sergiienko et al 2022)
Tårn	221	1537
Nacelle + generator	315	1008
Blader	57	288
Hub	69	254
SUM	661	3087

Kjemikaliebruk

Tabell 6-4 Mengder av kjemikalier og oljeprodukter i referanseturbinen og referanseprosjektet.

Kjemikalier i vindturbin			
Type kjemikalie/væske/sted	Mengde en turbin	Mengde 68 turbiner	enhet
Transformatorolje	1800-3000	122 400 – 204 000	Liter
Kjølevæske	1800-4500	122 400 – 306 000	Liter
Hydraulikkolje	1200-2400	81 600 – 163 200	Liter
Girolje	4500-12 000	306 000 – 816 000	Liter
Dempningsolje/kjølevæske	7500-12 000	510 000 – 816 000	Liter
Fett for hovedlager og bladlager	120-160	8160 – 10 880	kg
Rotasjons-gir	150-300	10 200 – 20 400	Liter

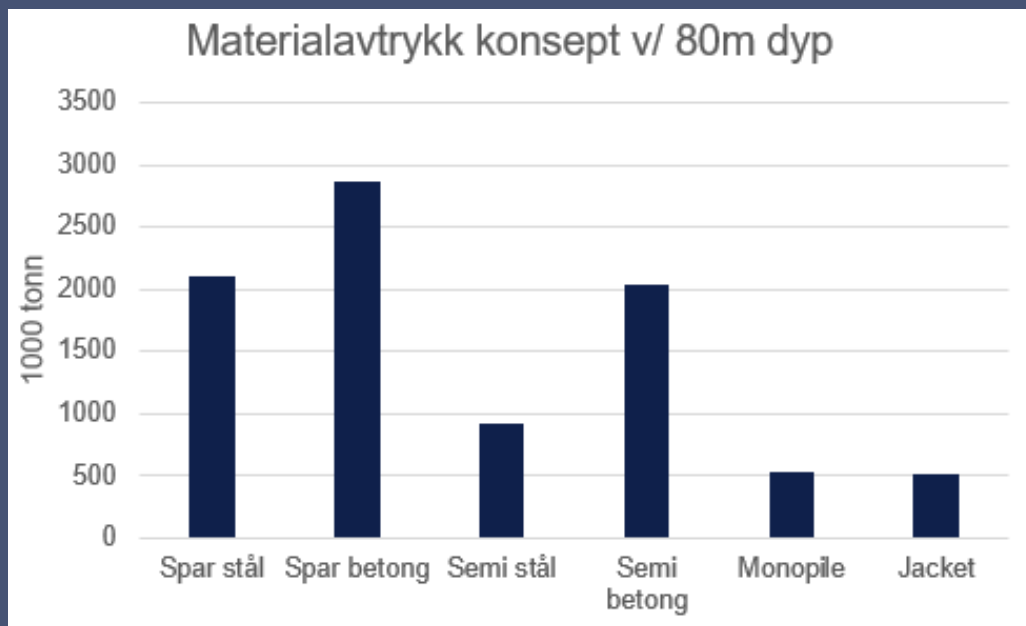
Materialforbruk pr. komponent

Tabell 6-3 Materialmengder per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; tårn, maskinhus og rotorblader.

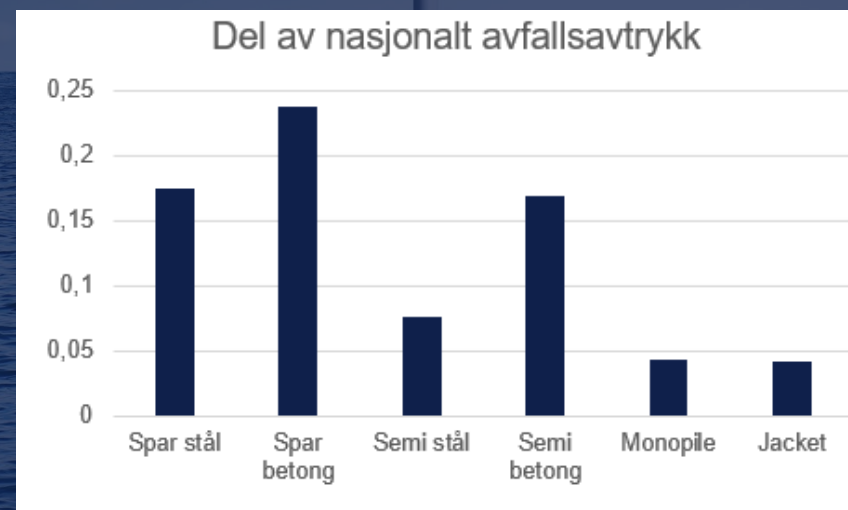
Turbin			
Materiale/kjemikalie	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Tårn			
Stål (lavlegert)	1509	102 612	Tonn
Aluminium	28	1904	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinkilikatprimer)	17	1156	Tonn
Maskinhus (hub, nacelle, generator)			
Hub			
Støpejern	101	6868	Tonn
Kromstål	59	4012	Tonn
Stål (lavlegert)	53	3604	Tonn
Glassfiber	6	408	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinkilikatprimer)			
Nacelle			
Støpejern	416	28 288	Tonn
Kromstål	47	3196	Tonn
Stål (lavlegert)	398	27 064	Tonn
Kobber	16	1088	Tonn
Aluminium	12	816	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinkilikatprimer)	2,1 ³²	142,8	Tonn
Generator			
Stål (lavlegert)	85	5789	Tonn
Kobber	23	1564	Tonn
Aluminium	6	408	Tonn
Høy tetthet polyetylen	5	340	Tonn
Neodym			
Rotorblader (3 stk)			
Glassfiber	221	15 028	Tonn
Epoxy	88	5984	Tonn

Materialforbruk

- Generelt sett indikeres et betydelig materialavtrykk knyttet til havvind
 - Varierer i stor grad med teknologi
 - Variasjoner i havdybder viser å være av mindre betydning

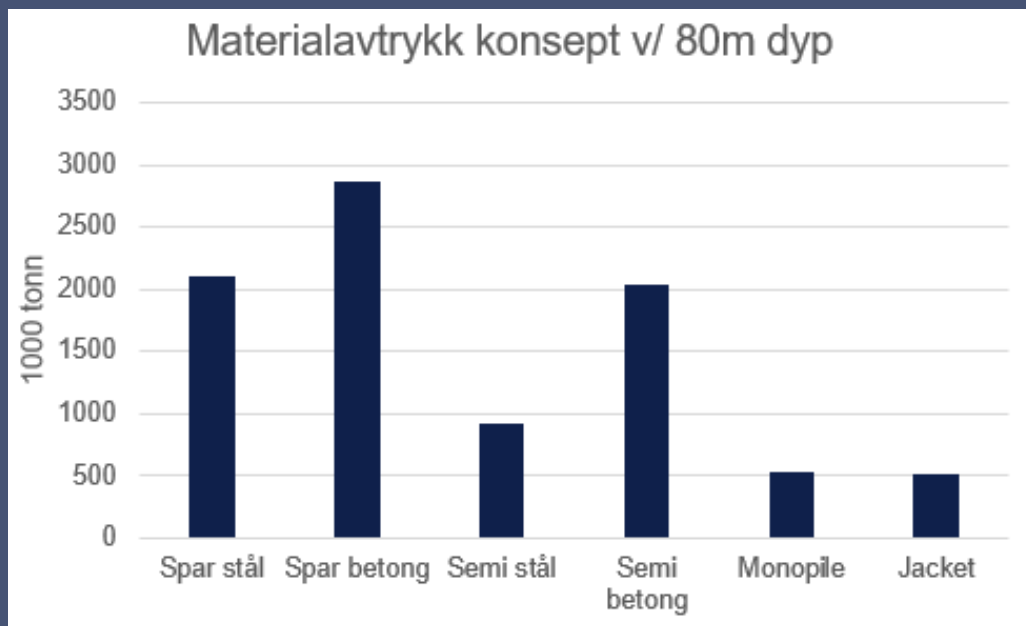


- Totalt materialavtrykk for petroleumsinnretninger på norsk sokkel (plattformer, bunnrammer, rørledninger, etc.) er estimert til 8 millioner tonn
- Utbygging av utredningsområde relevant for flytende kan utgjøre materialforbruk tilsvarende 8 – 24% av Norges nasjonale avfallsavtrykk
- Bunnfast vil tilsvare omlag 4%

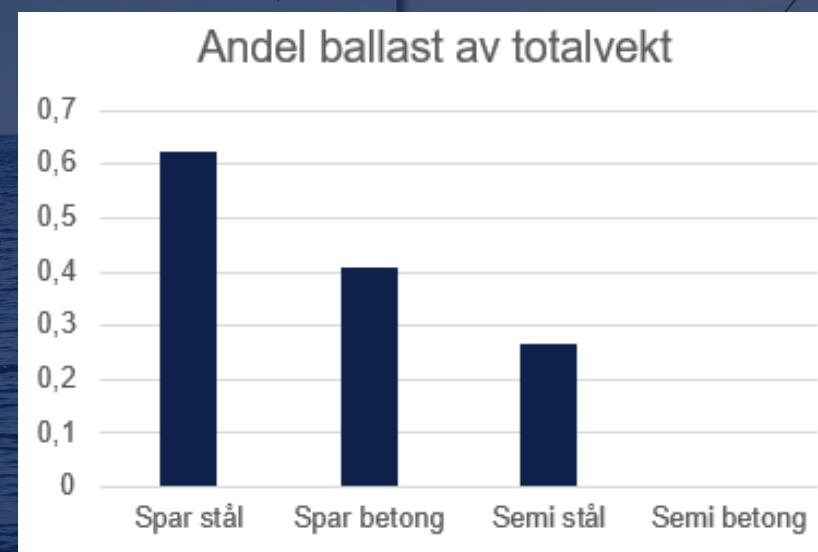


Materialforbruk

- Generelt sett indikeres et betydelig materialavtrykk knyttet til havvind
 - Varierer i stor grad med teknologi
 - Variasjoner i havdybder viser å være av mindre betydning



- Ballast i flytende konstruksjoner vil kunne utgjøres av mindre verdifulle og “ubegrensede” materialer
- Basert på konseptteknologi kan ballast utgjøre opp til 62% av det totale materialavtrykket
- Dette er viktige aspekter for betraktning ved utbygging av ett eller flere av utredningsområdene



WHEN TRUST MATTERS

Eirik.faroy.sabo@dnv.com

+47 924 83 081

www.dnv.com



DNV