

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet har som formål å gi en kravspesifikasjon for prefabrikkerte vannkummer, hvor armatur og rørdeler er sammenbygget og opptredende krefter overføres til kummens bunnseksjon. Den prefabrikkerte vannkummen skal være en komplett løsning for montering i grøft.

Hensikten har vært sette SHA arbeidet i fokus og skape en trygg vannkum under alle omstendigheter. Ut fra en samlet vurdering av sikkerhet, økonomi og teknikk har man valgt å legge til grunn et vanntrykk på 16 bar med et prøvetrykk på 21 bar i styrkeberegningen. Dette innebærer kun en marginal økning i prisen sammenliknet med et vanntrykk på 10 bar.

Løsningen betyr at produsentene kan redusere antallet av prefabrikkerte varianter, noe som i sin tur forenkler produksjon og lagerhold, øker konkurransen og kommer kunden til gode.

VA/Miljø-blad er en veiledning og forhindrer ikke at rådgivere eller byggherrer selv kan dimensjonere og designe sine egne kummer. I slike tilfeller forventes full dokumentasjon med beregninger og tegninger, slik at produsenten kan bygge kummen på en trygg måte.

Dette VA/Miljø-blad gjelder som supplement til eksisterende VA/Miljø-blad nr. 1 "Kum med prefabrikkert bunn".

Det gjøres oppmerksom på at det også finnes en digital internett versjon av det foreliggende VA/Miljøblad som er noe mer utdypende.

2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet er for prefabrikkerte vannkummer, hvor armatur og rørdeler er sammenbygget i kummens bunnseksjon. Det kan benyttes flenseskryss/flense T-rør og flensemonterte ventiler, eller ventilkryss/ventil T-rør i henhold til produsentens monteringsanvisning. Den prefabrikkerte vannkummen skal være en komplett løsning for montering i grøft.

Kravspesifikasjonen begrenser seg til ledningsdimensjoner fra og med DN100 til og med DN400, med armatur og rørdeler. Rør dimensjoner utenfor dette dimensjonsspektret skal dimensjoneres og prosjekteres i hvert enkelt tilfelle.

Det tillates ikke benyttet rørbend på hoveddimensjonene i prefabrikkert kum.

3 FUNKSJONSKRAV

Funksjonskrav stilles på bakgrunn av at vannledningsnettets skal være funksjonsdyktig og fleksibelt i en driftssituasjon. Funksjonskravene kan listes som følger:

I vannkummen skal det være mulig å:

1. Skifte deler.
2. Montere stengeventil for hver ledningsstreng.
3. Drenerer.

I kummen bør det legges til rette for å kunne:

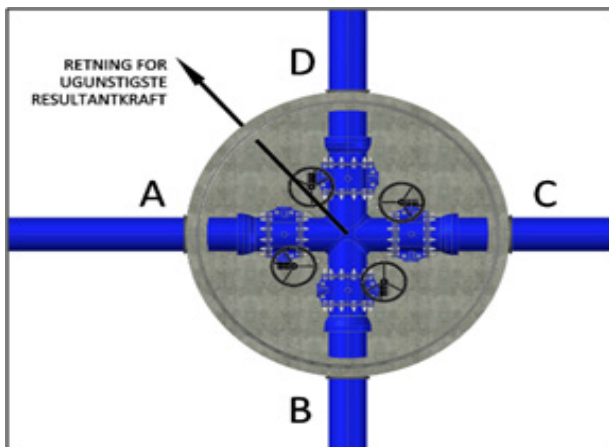
1. Tømme ut spylevann, montere brannventil.
2. Montere lufteventil.
3. Foreta desinfeksjon, ta ut vannprøve, tethetsprøve/måle trykk, montere evt. stikkledninger.
4. Føre inn renseplugg.

4 LØSNINGER

I det etterfølgende har vi benyttet betegnelsen PN ved angivelse av nominelt trykk i samsvar med standard EN 805:2000. Når vi snakker om prøvetrykk, er dette samsvarende med uttrykket PEA (tillatt prøvetrykk på arbeidsplass) i den samme standarden. Trykkstøt er identisk med PMA.

4.1 STATISTISK DIMENSJONERING

Prefabrikkerte vannkummer, se prinsippskisse figur 1, har tradisjonelt vært dimensjonert statistisk ut fra et prøvetrykk tilsvarende 1,5 eller 1,3 ganger nominelt trykk (PN) og en retningsendring på vannstrømmen i kummen på 90°.



Figur 1. Prinsipp tegning prefabrikkert vannkum.

Basert på disse forutsetningene og en ytterligere sikkerhetsfaktor på 1,2 har man kunnet beregne en statisk kraft (K):

$$K = S \cdot \frac{\sqrt{2\pi} \cdot d^2}{4 \cdot 1000} \cdot p$$

K = Dimensjonerende resultantkraft virkende langs en linje på 45° med rørens hovedretninger (kN).

S = Sikkerhetsfaktor = $(1,5 \cdot 1,2) = 1,8$ for PN10 og $(1,3 \cdot 1,2) = 1,56$ for PN16.

d = Innvendig våt diameter (m) for ugunstigste kombinasjon av ledningsmaterialer for aktuell nominell diameter (tilsvarende innvendig muffediameter for muffe-rør som f.eks. duktilt støpejern, PVC, GRP og utvendig diameter for PE-rør med elektromuffeskjøt).

p = Vanntrykk (MPa).

Beregningsmetoden forutsetter at koplingene mellom rørene i kummen og rørene utvendig i grøfta ikke er strekkfaste. Nyere ledningsmaterialer med strekkfaste skjøter påfører en prefabrikkert kum ytterligere krefter utover de hydrauliske som man tidligere har lagt til grunn i formel 1). Kraftene som kan virke på rørdelene i kummen er derfor:

- Trykkrefter (K_p)
- Impuls krefter (K_i)
- Termiske krefter i strekkfaste rør ($K_{\Delta t}$)
- Tverrkontraksjonskrefter (K_v)
- Montasjekrefter i flenseskjøter på strekkfaste rør (K_m)
- Krefter i dimensjonsoverganger (K_o)
- Trykkstøtkrefter ($K_{\Delta p}$)

Med denne bakgrunn kan man beregne den dimensjonerende forankringskraften. Kraften virker langs en linje som danner 45° med rørens hovedakser og går gjennom sentrum av ventil T eller ventil kryss i rørets senterlinje.

4.2 DIMENSJONERENDE FORANKRINGSKRAFT

Tabell 1 viser de teoretisk maksimale kreftene som vil bli påført konsollen i den prefabrikkerte vannkummen som funksjon av dimensjonerende trykk for PN16. Her fremgår også maksimal ugunstigste våt diameter i røret som er lagt til grunn for beregningen.

Det er vist 2 kolonner A og B for ulike laster overført til kumkonstruksjonen (bokstavene har ingen relevans til bokstavene i figur 1). I kolonne A finner man den totale opptredende resultantkraften for ugunstigste mulige kombinasjon av samtidig opptredende krefter. I kolonne B er det forutsatt at termiske krefter og krefter fra tverrkontraksjon er særskilt forankret utenfor kum.

PN 16		Kraftkombinasjon:	
		A	B
Nominell diameter [mm]	Maksimal våt ledningsdiameter	Totalt alle krefter [tonn]	Totale krefter eks. tverrkontraksjon og termiske krefter [tonn]*
100	145	6,0	5,1
150	185	10,2	8,4
200	255	19,4	16,0
250	285	24,2	20,0
300	360	38,7	31,9
400	435	55,0	46,4

Tabell 1. Dimensjonerende krefter for kumforankring PN16.

*Forutsetter at strekkfaste termoplastiske rør forankres utenfor kum.

4.3 KUMMENS STYRKEKLASSE

For hver ledningsdiameter fra Ø100 mm til Ø400 mm har man definert en "styrkeklasse" for kummen. Styrkeklassen er identisk med den kraften målt i tonn som konsoll, rørkonstruksjon og kum er testet for å tåle i resultantkraftens retning. Av sikkerhetsmessige og praktiske årsaker har man valgt en styrkeklasse for hver ledningsdiameter. Disse kummene vil tåle alle opptredende krefter for den aktuelle dimensjon basert på 21 bars prøvetrykk og en temperaturendring på $T = -20$ °C. Den absolutt ugunstigste lastsituasjonen fremkommer ved at rørene A og D i figur 1 er strekkfaste PE rør som er tomme for vann, mens rørene B og C er ikke strekkfaste rør under fullt prøvetrykk. Det er i tillegg benyttet en sikkerhetsfaktor på 1,2 basert på største opptredende kraft ved ugunstigste lastkombinasjon. Prefabrikkerte vannkummer skal leveres i følgende styrkeklasser relatert til største nominelle ledningsdiameter i kummen som vist i tabell 2 (neste side).

Største nominelle ledningsdiameter	Veiledende kumdiameter (innvendig)	Styrkeklasse
100 mm	1200 mm/1400 mm*	10 tonn
150 mm	1200 mm/1400 mm*	15 tonn
200 mm	1400 mm/1600 mm*	25 tonn
250 mm	1600 mm/2000 mm*	30 tonn
300 mm	2000 mm	45 tonn
400 mm	2400 mm/2500 mm/ 3000 mm*	65 tonn

Tabell 2. Styrkeklasser for prefabrikkerte vannkummer med angivelse av dimensjonerende testlast.

* Begge dimensjoner kan benyttes ut fra statiske forhold. Ønske om plassbehov avgjør valget.

** Angitte styrkeklasser er avrundet og gir teoretisk høyere sikkerhet enn angitt $\gamma = 1,2$ i tabell spesielt for de minste dimensjoner nemlig $\gamma = \text{ca. } 1,6$ for 100 mm og ca. 1,5 for 150 mm samt 1,3 for 200 mm.

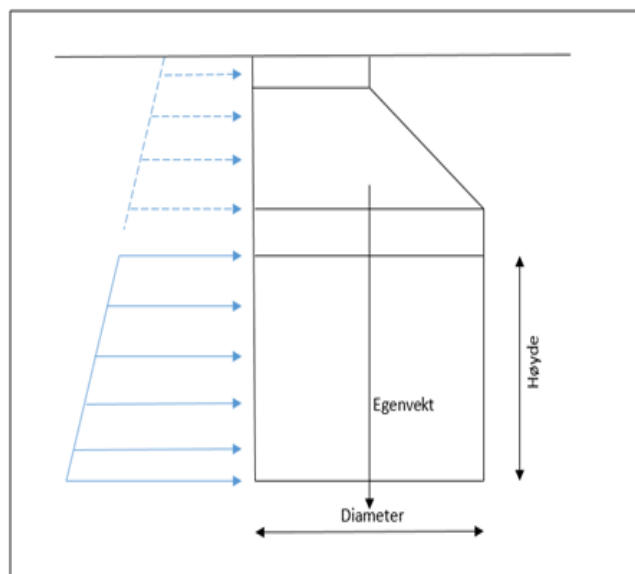
Ønsker man å benytte benevnelsen kN for krefte i tabellen ovenfor, kan tallene for praktiske formål multipliseres med 10.

I tabellen er også angitt veiledende innvendige diameter på kummen ut fra praktiske arbeidsforhold og behovet for stabiliserende passivt jordtrykk (se punkt 4.4).

Det er ikke tillatt å øke dimensjonen på ledningene på utsiden av kummen, med mindre disse tilleggskreftene beregnes særskilt og forankres i egne adskilte konstruksjoner utenfor kum.

4.4 PASSIVT JORDTRYKK

Det er den prosjekterende som har ansvaret for å vurdere det passive jordtrykket som kan mobiliseres for å stabilisere kummen i grunnen, se figur 2.



Figur 2. Prinsippskisse passivt jordtrykk.

Dersom kummens projiserte areal (D·H) ikke er tilstrekkelig for å oppnå stabilitet, må den prosjekterende angi ekstra sikringstiltak mot forskyving av kummen i grunnen.

Det er kun bunnseksjonens (NB: ikke hele kumsøylen) utvendige diameter D og utvendige effektive høyde H som skal anvendes i beregningen, fordi det ikke lar seg gjøre å overføre kreftene over skjøten mellom kumringene fullt ut uten ekstra tiltak. Slike ekstra tiltak kan være bolteforbindelser over skjøten mellom kumringene, karbonfiberarmert epoxy over skjøten eller bruk av spuntnåler. I noen tilfeller leveres også bunnseksjoner med høyde større enn 1 m.

Ved normale norske grunnforhold vil et passivt jordtrykk variere i området fra 10 tonn/m² til 20 tonn/m². Den aktuelle verdien må verifiseres av ansvarlig prosjekterende. Det skal alltid utføres en meget god

Nominell ledningsdiameter (mm)	Kumdiameter innvendig og utvendig (mm)																					
	Innvendig	1200			1400			1600			2000			2400			2500			3000		
	Utvendig	1380			1780			1780			2220			2760			2760			3400		
Jordtrykk (t/m ²)	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	
100	0,6	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
150	1,0	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4	0,7	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
200				1,4	1,0	0,7	1,2	0,8	0,6	0,9	0,6	0,5	0,7	0,4	0,3	0,7	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	
250							1,5	1,0	0,8	1,2	0,8	0,6	0,9	0,6	0,4	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	0,3	
300										1,8	1,2	0,9	1,4	0,9	0,7	1,4	0,9	0,7	1,1	0,7	0,5	
400													2,1	1,4	1,1	2,1	1,4	1,1	1,6	1,1	0,8	

Kravet er at verdien i tabellen er mindre enn høyden av kumringens bunnseksjon.

I dette tilfellet er ikke kummens bunnseksjon høy nok til å etablere et tilstrekkelig passivt jordtrykk. Sikringstiltak må iverksettes for å føre kreftene over skjøtene i kumringene til overliggende seksjoner. Alternativt kan man velge en høyere bunnseksjon der dette er mulig. Kraftoverføring over skjøtene kan gjøres f.eks. med bolteforbindelser eller karbonfiber armerte epoxy løsninger. Et annet alternativ kan være å benytte spuntnåler for å skape et større passivt areal for jordtrykket.

Tabell 3. Bestemmelse av nødvendig minimum kumdiameter for å sikre stabilitet for kummen i nedgravd tilstand uten ekstra sikringstiltak.

komprimering av massene i byggegropa mellom kumvegg og uforstyrret jord, tilsvarende en komprimeringsgrad på minimum 95 % standard proctor.

Trykkprøving må ikke finne sted før kummen er fullstendig omfylt med komprimerte masser helt til topp kjegle.

I tabell 3 er det gjengitt veiledende verdier for nødvendig effektiv høyde for ulike diametere bunnseksjoner for standard betongkummer, basert på passive jordtrykk tilsvarende verdiene 10 tonn/m², 15 tonn/m² og 20 tonn/m². Det er også antatt en friksjonskraft mellom kummens bunnseksjon og underliggende jord. Friksjonskoeffisienten er satt til $\mu = 0,4$.

Kummer i andre materialer må justere effektiv høyde i forhold til aktuell utvendig diameter og vekt av kummen.

Ø1200 mm	Ø1400 mm	Ø1600 mm	Ø2000 mm	Ø2400 mm	Ø2500 mm	Ø3000 mm
Vekt av bunnseksjon kumring (kg/m)						
1170	1390	1840	2950	5700	4900	8400
Høyde av bunnseksjon kumring (mm)						
1080	1080	1060	1060	1130	1080	1130

Tabell 4. Vekt og høyde av bunnseksjon kumring.

Forutsetninger:

- Vanntrykk: 16 bar
- Friksjonskoeffisient mellom kumbunn og underliggende masser: 0,4
- Ikke utvendig grunnvannstrykk i kummen.
- Antatt at kraftoverføring mellom kumringer uten tiltak, tilsvarer 20 % av bunnseksjonens vekt.

Alle kombinasjoner som er angitt med grønn farge i tabell 3 kan benyttes. Kombinasjoner i de brune feltene må forsterkes med ekstra sikringstiltak for kraftoverføring i skjøtene mellom kumelementene, eventuelt at man spesialbestiller bunnseksjon med aktuell høyde.

4.5 KOMPETANSEKRAV

Prefabrikkert vannkum skal monteres innomhus i tørre og varme omgivelser (min. +5 °C). Montør skal som minimum ha ADK1-sertifikat, eller bedre kompetanse. Spesiellkurs for montering av prefabrikkerte vannkummer kan erstatte nevnte kompetansekrav.

4.6 UTFORMING

Prefabrikkert vannkum skal være prosjektert og tegnet i målestokk M1:20, og være påført dimensjonerende krefter, kraftretninger og kummens minimum høyde.

Forankringens utforming skal i minst mulig grad redusere fremkommelighet, og skal sikre godt renhold og god personellsikkerhet i kum.

Rørføringer og armatur skal posisjoneres sentrisk i kum. Avstand fra innvendig kumbunn til underkant laveste rørflens skal være minimum 90 mm, av hensyn til montering/demontering.

Det tillates ikke rørbend inne i kum.

Eventuelle bolteforbindelser for overføring av oppredende krefter, skal være godt tilrettelagt for demontering og utskifting.

Metalliske produkter skal overflatebehandles med varmpåført pulvere epoxy i min. tykkelse 250 μ m iht. GSK-standard RAL-GZ662 og DIN 30677-2, eller varmgalvanisert utførelse med min. tykkelse 115 μ m. Tilsvarende nye overflatebehandlingssystemer med minst lik kvalitet kan tillates basert på nærmere dokumentasjon. For innstøpningsgods av varmforsinket jern og stål, kreves gjennomført forholdsregler for å unngå kjemisk reaksjon og gassutvikling ved kontakt med sementlim/sementvann med dekromatisert sement. Forholdsregler skal være dokumentert effektive, og kan være:

- Isolering av sinken fra sementlimet med tett epoksybelegg.
- Kromholdig sinkbelegg som resultat av en særskilt etterbehandlingsprosess etter varmforsinkingen.

Festemateriell skal være varmgalvanisert iht. DIN EN ISO 4014 for bolter (erstatte DIN 931), DIN EN ISO 4032 for mutter (erstatte DIN 934) og DIN EN ISO 7089 og DIN EN ISO 7090 for skiver (erstatte DIN 125). Boltelengder skal være tilpasset, slik at boltens gjengeparti utenfor mutter skal være:

- Ved flenseforbindelser: min. 2 mm/maks. 6mm
- Ved forankring av konsoll: min. 6mm/maks. 25mm

Dimensjon på boltehull og slisser må være tilpasset boltens slik at forskyvningen ved glidning ikke overstiger 3 mm. NS 153 PN16 gir veiledende verdier for hulldiameter når boltedimensjon er valgt.

Løfteanordning i prefabrikkert vannkum skal være dimensjonert for den totale vekten.

For nærmere beskrivelse henvises til VA/Miljøblad nr. 1.

4.7 MERKING AV KUM

Totalvekt for prefabrikkert vannkum skal være tydelig merket på kummens utvendige overflate, med anvisning om festing av løfteanordning. Vekten skal gjelde bunnseksjon inkludert armatur og konsoll.

4.8 DIMENSJONERING AV KONSOLL OG KUM

Konsoll skal dimensjoneres for laster gitt i tabell 2. Kum og kumbunn skal være dimensjonert for laster fra konsoll. Kum og konsoll kan dimen-

sjoneres enten teoretisk eller ved prøving. Kum og konsoll som er dimensjonert teoretisk, skal prøves i henhold til etterfølgende krav.

Dimensjonering ved prøving skal utføres i henhold til NS 3473, punkt 16. Dette krever prøving av min. 3 konsoller/kummer pr. styrkeklasse.

4.9 PRØVEKRAV

Systemleverandør av prefabrikkert vannkum (den som er ansvarlig for ferdig montert kumseksjon inkludert rørdeler, ventiler, armatur og konsoll) skal på forespørsel fremlegge dokumentasjon på oppfylte testkrav og montering iht. gjeldende kompetansekrav.

Det påpekes at en prefabrikkert vannkum er en systemleveranse som består av rørdeler og konsoll i en komplett kum. Denne konstruksjonen utsettes for store krefter og samtlige elementer må være i "balanse" med tilstrekkelig sikkerhet, slik at ulykker unngås. Likeledes må alle ledd i produksjonen være kvalitetssikret helt fra råvare til ferdig monterte komponenter og komplett installasjon i grunnen.

Maksimalt tillatte deformasjoner er gitt i tabell 5.

	DN armatur som forankres i konsoll		
	100-150	200-250	300-400
Ved full last	5 mm*	10 mm*	15 mm*
Avlastet (permanent)	2,5 mm*	5 mm*	7,5 mm*

Tabell 5. Tillatt deformasjon i konsoll. Verdiene vil kunne bli revidert med bakgrunn i resultatene fra utførte tester.

*) I tillegg kan det aksepteres en permanent forskyvning på inntil 3 mm som følge av toleranse mellom bolt og boltehull/slisser.

Deformasjonen måles i resultantkraftens retning.

Alle nye prefabrickerte vannkummer skal tilfredsstillende kravene i tabell 5. Produsenten skal dokumentere at deres kummer er i samsvar med kravspesifikasjonene.

For nærmere beskrivelse av testprosedyre henvises til VA/miljøblad i digital form.

Prosedyren er i tillegg kjent av alle produsentene i det norske markedet.

Henvisninger:		Utarbeidet:	april 2014	COWI AS
/1/	Kravspesifikasjon for prefabrickerte vannkummer, Rørinspeksjon Norge 2014	Revidert:	mai 2015	COWI AS