

## 1 FORMÅL

Dette bladet omfatter terskelsystemer for avlastning i avløpssystemer.

Typiske bruksområder:

- Nødoverløp i fellesystemet og i overvannsystemet (figur 1 og figur 2)
- I tilknytning til kloakkrensaneanlegg for avlastning og splitting av vannstrømmer.
- I fordrøyningsanlegg for å bedre magasinutnyttelse (figur 3)

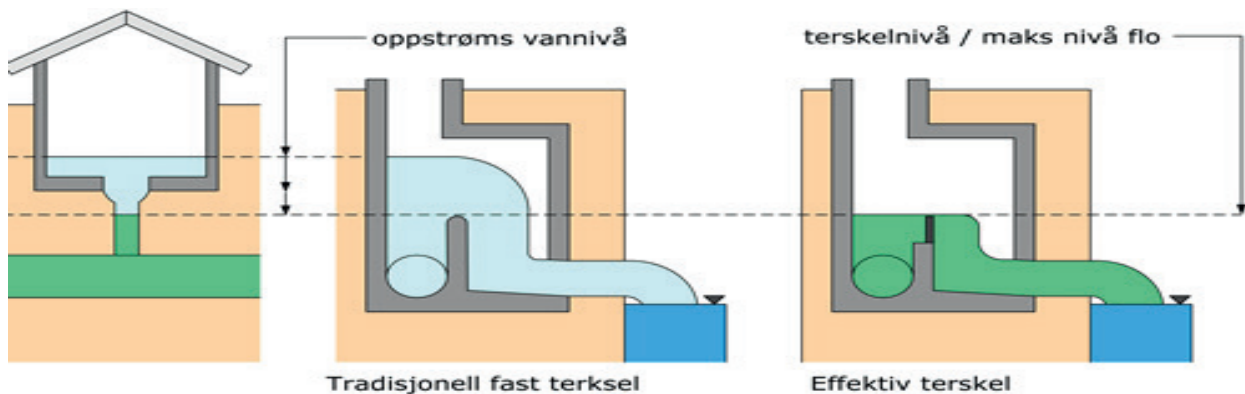
## 2 BEGRENSNINGER

Terskelsystemer som krever el. tilknytning og måleteknisk utstyr for registrering av vannnivåer omtales ikke (For nivåmåling henvises det til VA-miljøblad 55).

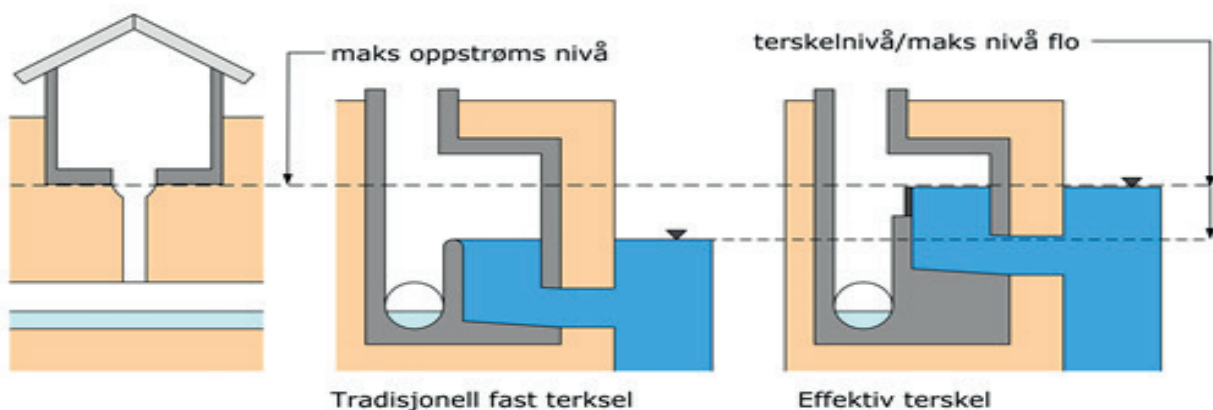
## 3 FUNKSJONSKRAV

Terskelen/nivåregulatoren skal tilfredsstillende følgende krav:

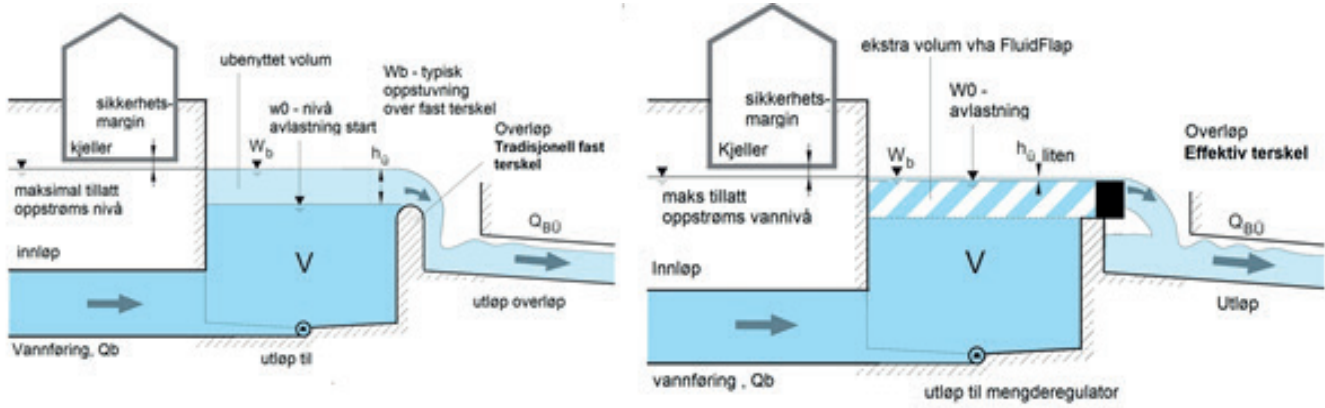
1. Hydraulisk funksjon godt dokumentert (hydraulisk kontroll)
2. Optimal utnyttelse av tilgjengelig plass
3. Tilrettelagt for mengdemåling (der det er påkrevd)
4. Tilgjengelig for drift og vedlikehold (kumutforming)
5. Være en trygg arbeidsplass ved inspeksjon og drift.



Figur 1. Redusert oppstuvning og risiko for kjelleroversvømmelse



Figur 2. Høyere terskelnivå og mindre tilførsel av fremmedvann



Figur 3 Bedre magasinutnyttelse i fordrøyningsanlegg

## 4 LØSNINGER

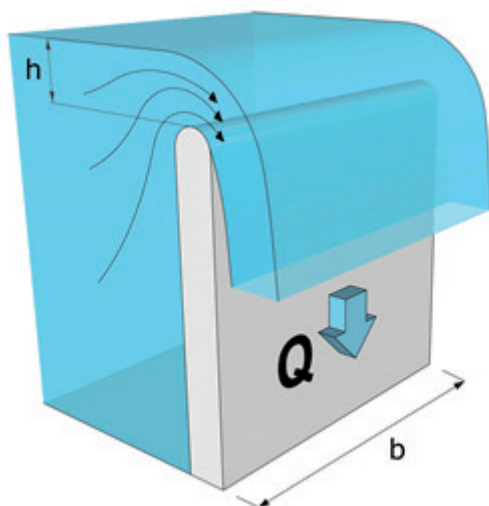
### 4.1 Grunnleggende hydraulikk (1)

Overløpsmengden kan beregnes etter POLENI.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot h^{3/2} \quad [1]$$

$$\text{hvis } C_h = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot \mu = 2,953\mu \quad \Rightarrow \quad Q = C_h \cdot \varphi \cdot b \cdot h^{3/2} \quad [2]$$

der	$b$	[m]	terskellengde
	$\mu$	[-]	terskelkoeffisient – fritt overløp
	$C_h$	$[m^{1/3}s^{-1}]$	terskelfaktor – fritt overløp
	$\varphi$	[-]	reduksjonsfaktor – neddykket terskel. Fritt overløp, $\varphi = 1$








Figur 4. Symbolforklaring til formel [1]

Terskelens egenskaper er i stor grad bestemt av terskelens geometri, og beskrives med terskelkoeffisienten,  $\mu$ . For nøyaktig fastsettelse av terskelkoeffisienten, er det flere forhold som spiller inn. Dette inkluderer strømningstverrsnitt, vannhastighet, strømningens retning i forhold til terskel og forholdet mellom vanddybde og terskelhøyde.

Det henvises til ref (2) for mer informasjon.

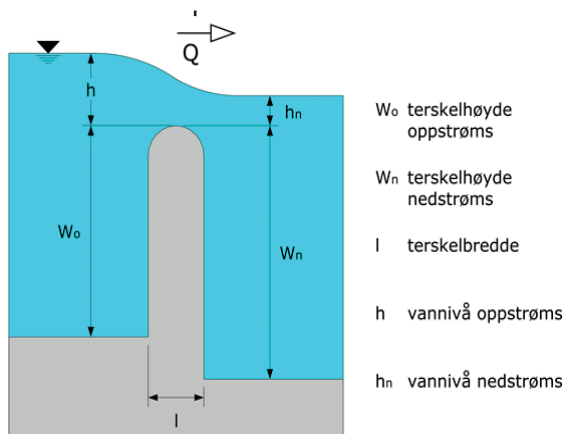
Tabell 1 lister typiske  $\mu$ -verdier for ulike terskelgeometrier.

Tabell 1. Terskelkoeffisient ( $\mu$ ) for forskjellige terskelgeometrier ved fritt overløp (1).

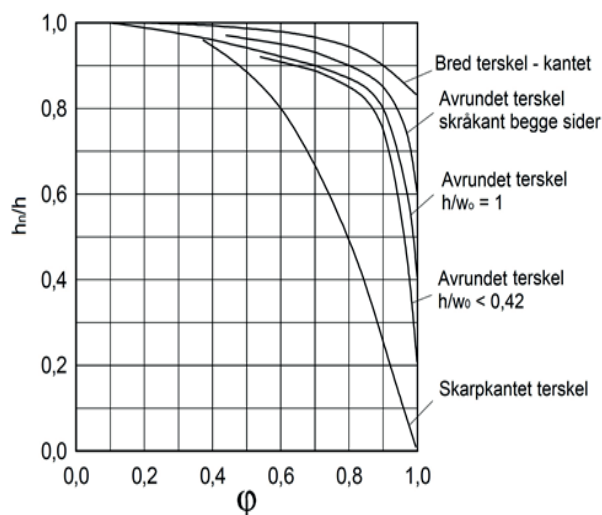
Terskelgeometri	$\approx \mu$
 Rett terskel - kantet	0,49-0,51
 Rett terskel - avrundet kant	0,50-0,55
 Skarpkantet terskel med utluftning	0,64
 Avrundet terskel - skråkant nedstrøms	0,75
 Avrundet terskel - skråkant begge sider	0,79

Terskelkoeffisientene over forutsetter terskler vinkelrett på strømningsretningen. I praksis er dette ofte ikke tilfelle. I et sideoverløp vil eksempelvis vannivået ( $h$ ) ikke være konstant langs overløpsterskelen. For å ta hensyn til blant annet dette, anbefaler den tyske standarden for dimensjonering av avløpsanlegg (ATV-A 111, 1994) at  $\mu = 0,5$  skal benyttes for alle terskelprofiler med unntak av skarpkantet og prefabrikkerte kalibrerte terskler.

Når nedstrøms vannivå ikke gir fritt overløp, reduseres kapasiteten.



Figur 5 Symbolforklaring ved neddykket terskel (ikke fritt overløp).

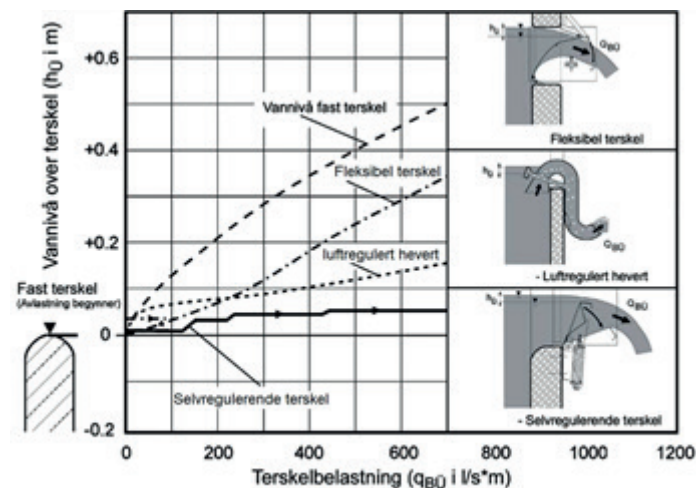


Figur 6. Reduksjonsfaktor ( $\phi$ ) for neddykket terskel, ligning [1] (1).

## 4.2 Terskler for avlastning av store vannmengder

Ved avlastning av store vannmengder, er det avgjørende å sikre at vannivå oppstrøms terskel ikke fører til oversvømmelser. Videre må tilgjengelig plass og maksimal terskellengde tas hensyn til ved valg av terskelløsning. En effektiv terskel kan både redusere nødvendig terskellengde, oppstrøms oppstuvning, og eventuelt tillate høyere terskelnivå (reduserer faren for tilbakeslag fra resipient) Jfr fig 1 og 2.

Figur 7 viser eksempler på kapasitet til ulike terskelsystemer. Angitt terskelbelastning forutsetter fritt utløp fra terskelen.



Figur 7. Oppstuvningsnivået som funksjon av terskelbelastningen (l/s pr. m terskel) for ulike typer terskelsystemer (3).

## 4.3 Terskler for registrering av vannføring

Hvis terskelfaktoren ( $\mu$ ) og evt reduksjonsfaktoren ( $\phi$ ) er etablert, kan vannføringen over terskelen ( $Q$ ) registreres ved å måle nivået ( $h$ ). For å få en nøyaktig registrering av overløpsmengden med en skarpkantet terskel, bør vannivået ( $h$ ) være minst noen centimeter. I tillegg bør terskelen ventileres fra undersiden (unngå hevertvirkning). Videre anbefales at nivåregistreringen skjer med en avstand 3 – 4  $h_u$  fra terskelen.

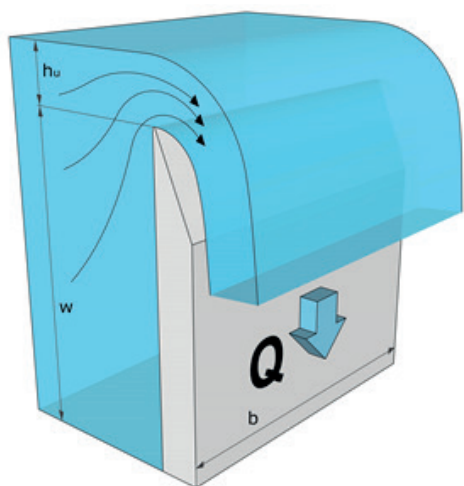
For et skarpkantet overløp kan følgende sammenheng benyttes (Rehbock-overløp (1))

$$Q = \left( 1,782 + 0,24 \frac{h_e}{w} \right) \cdot b \cdot h_e^{3/2} \quad [3]$$

$$h_e = h_u + 0,0011 \quad [4]$$

der:  $w$  [m] terskelhøyde  
 $Q$  [m<sup>3</sup>/s] vannføring  
 $h_u$  [m] Vanddybde (over terskel)

Forutsetninger:  $w > 0,06 \text{ m}$   
 $0,01 \text{ m} < h_u < 0,80 \text{ m}$   
 $h_u / w \leq 0,65$

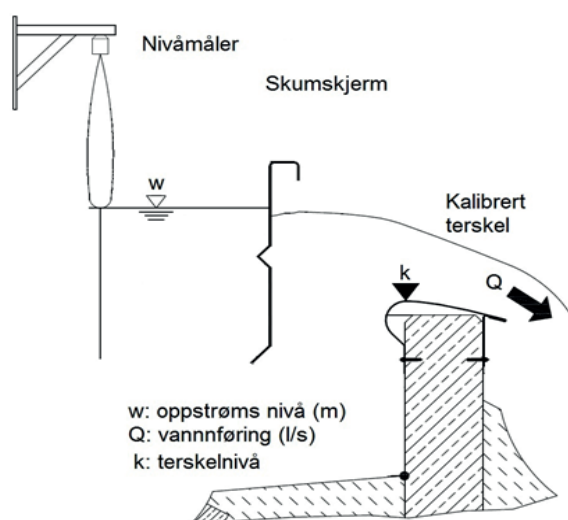


Figur 8. Symbolforklaring til formel [3]

Undersøkelser i Tyskland (5) har vist at tradisjonelle terskler ved små vannivåer ( $h$ ) gir en ustabil variasjon («erratic variation») terskelfaktoren ( $\mu$ ), helt opp mot +100%. Dette resulterer i unøyaktige beregninger av vannføring ( $Q$ ), basert på måling av vannivå ( $h$ ), ved små vannføringer. Lokalisering av nivåmåler, plassering og utforming av eventuell skumskjerm, vil også påvirke sammenhengen mellom vannføring ( $Q$ ) og vannivå ( $h$ ).

I overløp som til stadighet er i drift, vil typisk en stor andel av det akkumulerte overløpsvolumet bli generert ved relativt små vannføringer. Ved registrering av overløpsmengde i slike overløp, er det viktig å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet også ved lav vannføring og lavt vannivå.

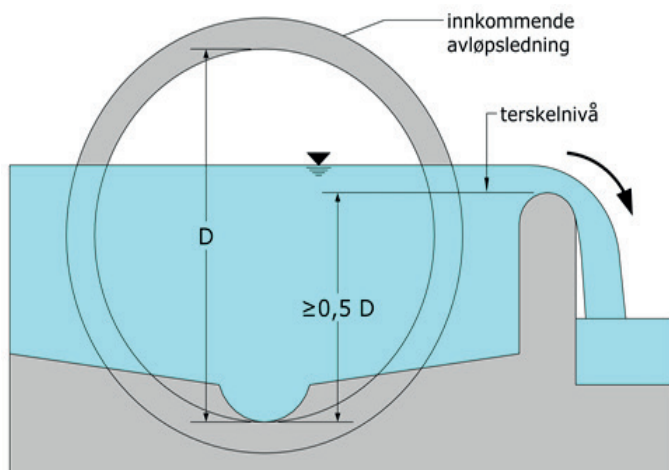
Det finnes prefabrikkerte og kalibrerte terskler med spesiell utforming, som gir nøyaktige og reproducerbare målinger selv ved små vannivåer, og som tar høyde for terskelposisjon og plassering av nivåmåler.



Figur 9. Eksempel på prefabrikkert og kalibrert terskel med tilpasset skumskjerm - for registrering av overløpsmengde (5).

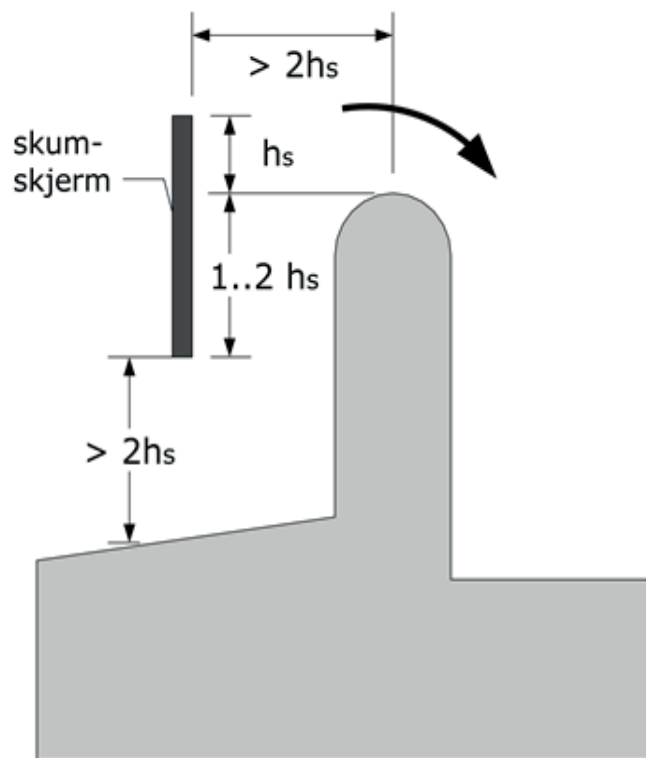
#### 4.4 Forurensingsmessige forhold

For å begrense forurensingsutslipp, krever tyske retningslinjer (6) at overløpskanten ligge høyere enn halve diameteren ( $0.5D$ ) av innkommende avløpsledning (Figur 9). Samtidig bør terskelbelastningen i fellessystemet (bunntransport) ikke overstige 300 l/s per m terskelengde (700 l/s/m uten bunntransport)



Figur. 10 Krav til terskelhøyde (6)

Ved å montere skumskjerm, holdes flytestoffer tilbake. For samtidig å minimalisere utløpstapet settes krav til minsteavstand mellom skumskjerm og terskel.



Figur 11. Skumskjerm holder flytestoffer tilbake (6)

Henvisninger:		Utarbeidet:	februar 2019	MFT, Miljø- og Fluidteknikk AS
/1/	<i>The discharge and run off calculation of weirs under the consideration of dynamic flows, G. Peter, Fachhochschule Magdeburg, Fachbereich Wasserwirtschaft</i>	Revidert:		
/2/	<i>Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen Heft 36, Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Aigner, Institut für Wasserbau und THM TU Dresden</i>	/5/	<i>Kalibrierung eines Messwehrs mit Tragflügelprofil und vorgeschalteter Tauschwand, Institut für Universität Stuttgart, Giesecke J, Westrich B, Hammer D, 2004</i>	
/3/	<i>Hvordan hindre overbelastning av ledningsnett og kjelleroversvømmelser. Eksempler på produkter. Vann 4-2005. Lars Aaby</i>	/6/	<i>ATV A 166 (1999) Bawerke der zentralen Regenwasserbehandlung und ruckhaltung.</i>	
/4/	<i>Bautabellen mit Berechnungshinweisen und Beispielen, Klaus-Jürgen Schneider, Fachhochschule Bielefeld, Abt Minden, 5 Auflage 1982</i>			