SPILDEVANDSVAGTEN · ANALYSENOTAT

Måler mod beregning

Et naturligt eksperiment på 293.721 rækker officielle danske spildevandsdata: 237 udløb hvor en flowmåler afløste en beregning — holdt op mod 179.555 årspar hvor metoden var uændret.

Tristan Toft Søndergaard · 8. oktober 2026

Spørgsmålet

De fleste tal for danske regnbetingede udløb er ikke målt. De er beregnet: et areal ganget med en nedbørsmængde ganget med en standardværdi for, hvor meget kvælstof der er i vandet. Miljøportalens database PULS mærker selv metoden med et niveau fra 0 til 5, hvor de høje niveauer bygger på flowmåling.

Spørgsmålet er, hvor langt det beregnede tal ligger fra det målte. Det kan besvares, fordi der findes udløb, hvor metoden er skiftet undervejs — og databasen gemmer begge år.

Svaret

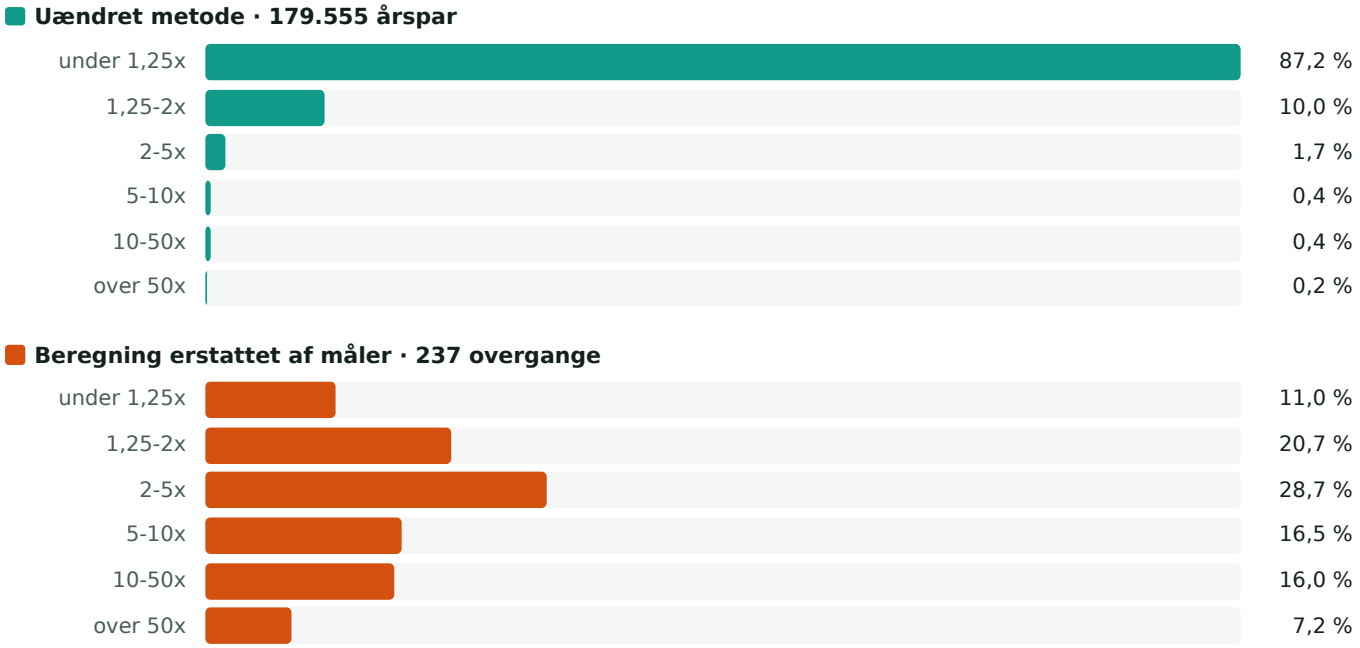
3,2× typisk afvigelse, når en måler afløser en beregning	**1,06×** typisk afvigelse, når metoden er uændret	**0,88×** medianen af ændringen — altså ingen systematisk retning	**2,2 %** af udløbene har nogensinde haft en måler

Afvigelsen er målt som medianen af `max(forhold, 1/forhold)` — hvor meget tallet flytter sig, uanset om det går op eller ned. Alle tal er korrigeret for våde og tørre år.

> **Der er ingen systematisk underestimering.** Medianen ligger på 1. Omtrent lige mange tal går op og ned, når måleren kommer på.
>
> **Men præcisionen er nærmest fraværende.** Det beregnede tal og det målte tal er på det enkelte udløb kun løst forbundet. I hver fjerde overgang flytter vandmængden sig mere end en faktor 9.

Fordelingen

Hvor meget flytter vandmængden sig fra det ene år til det næste?



Andel af tilfældene i hver kategori. Begge serier er nedbørskorrigeret. Samme vandrette skala.

Tallene bag

TYPISK AFVIGELSE (MEDIAN AF MAX(R, 1/R))	N	MEDIAN	75 %	90 %
Vandmængde — uændret metode	179.555	1,06×	1,14×	1,31×
Vandmængde — beregning → måler	**237**	**3,23×**	**9,21×**	**40,85×**
Kvælstof — uændret metode	169.457	1,08×	1,21×	1,43×
Kvælstof — beregning → måler	**212**	**2,55×**	**7,50×**	**22,51×**

95 %-interval for de 3,23× (bootstrap, 4.000 gentagelser): 2,65 til 3,92. For de 1,06×: 1,059 til 1,061.

Retningen af ændringen — vandmængde

MÅL	VANDMÆNGDE	KVÆLSTOF
Median	0,88×	1,05×
Geometrisk gennemsnit	0,70×	0,92×
10 %-fraktil	0,04×	0,09×
90 %-fraktil	7,90×	7,38×
Andel der stiger	44,3 %	51,4 %
Andel der stiger mere end 10×	8,4 %	7,1 %
Andel der falder til under det halve	38,8 %	32,5 %
Største udslag opad	193×	99×

Kontrollerne

Placebo: uændret metode

Blandt de 179.555 årspar med uændret metode flytter kun **0,3 %** sig mere end en faktor 10, og **1,2 %** falder til under det halve. Ved metodeskift er tallene 8,4 % og 38,8 %. **Forskellen er en faktor 25-30 på hyppigheden af store udsving.**

Sat op mod den normale årsvariation: 90 %-fraktilen for uændret metode er 1,32×. **86,9 % af målerskiftene overstiger den** — hvor man ville forvente 10 %, hvis de to fordelinger var ens. 99 %-fraktilen er 5,43×, og 35,9 % af målerskiftene overstiger den, hvor man ville forvente 1 %. Mann-Whitney U giver $p = 1 \times 10^{-119}$.

Den modsatte vej

87 udløb gik fra måler tilbage til beregning. Her er medianen 0,99× for vand og 1,01× for kvælstof. Effekten er altså symmetrisk — det er ikke sådan, at den ene metode konsekvent giver højere tal end den anden. De to tal er bare forskellige.

Robusthed

VARIANT	N	MEDIAN	TYPISK AFVIGELSE
Hovedanalyse (bred klassifikation)	237	0,88×	3,23×
Streng klassifikation (kun eksplicit »Niveau N«)	164	0,92×	2,65×
Uden nedbørskorrektion	237	0,95×	3,36×

Resultatet holder på tværs af rimelige valg i opsætningen.

Metode

Kilde. Rå PULS-udtræk, `vRegnbetingedeUdloebUdledning`, hentet fra Danmarks Miljøportal 13. september 2026 under CC0. 293.721 rækker — én pr. udløb pr. år — for årene 1996-2025. Felterne Year, OutfallId, Method, Volume, Nitrogen.

Klassifikation. Feltet Method er fritekst med over 100 varianter. Hver værdi er oversat til et niveau 0-5: »Niveau N …« → N; flowmåling og måledata → 4; faktorberegning, arealenhedstal, enhedstal, stamdata og pulsberegning → 0; model → 2. 43.661 udløb fik et brugbart niveau i mindst ét år.

Nedbørskorrektion. Vandmængden svinger med vejret. For hvert år er beregnet en national årsfaktor: medianen af V(t)/V(t−1) blandt alle udløb med uændret metode. Faktoren fanger våde og tørre år — 2023 = 1,45, 2018 = 0,68, 2025 = 0,74. Alle forhold er divideret med årsfaktoren.

Sammenligning. Kun tilstødende år: sidste år med beregning mod første år med måler. Overgange med huller i tidsserien er udeladt.

Kontrol. Alle hovedtal er beregnet to gange ad uafhængige veje — først med `csv.DictReader` og egne løkker, derefter med `pandas` og en anden klassifikationsfunktion. Resultaterne er identiske.

Forbehold

> **Læs disse, før tallene bruges til noget.**

1. **Udvalget er ikke tilfældigt.** Målere sættes op, hvor der er en grund: store udløb, følsomme recipienter, myndighedskrav, mistanke. Resultatet kan ikke uden videre overføres til de 17.000 udløb uden måler.
2. **Fysiske ændringer falder ofte sammen med målerinstallation.** Et nyt bassin, en separatkloakering eller en omlægning ændrer den faktiske udledning. En del af udsvingene er formentlig virkelige ændringer, ikke måleforskel. Det kan ikke adskilles med de foreliggende data.
3. **Kvælstoftallet er kun delvis målt.** Af rækkerne med niveau 4-5 siger 11 % selv i metodeteksten, at stofmængderne stadig kommer fra typetal. Kun 31 rækker i hele datasættet nævner prøver, analyser eller koncentrationer. Kvælstofresultatet afspejler derfor i vidt omfang ændringen i vandmængde.
4. **Klassifikationen er regelbaseret på fritekst.** Varianter som »modelbrergning« eller »Niv. 4 Flow + databehandling« er håndteret, men der kan være fejlklassifikationer. Den strenge variant i robusthedstabellen tester for det.
5. **Nedbørskorrektionen er national.** Lokale nedbørsforskelle er ikke fanget. For et enkelt udløb kan et vådt lokalår forklare en del af udsvinget.
6. **n er lille.** 237 og 212 overgange. Fraktilerne i halerne hviler på 20-25 sager.

Hvad notatet ikke viser

- Det viser **ikke**, at de officielle tal er for lave. Medianen er 1.
- Det viser **ikke**, at landstotalen er forkert. Den samlede kvælstoftilførsel til kystvandene er målt i vandløbene, ikke lagt sammen af udløbstal.
- Det viser **ikke**, at nogen har regnet forkert. Typetal er en lovlig og anerkendt metode, og PULS mærker den selv som usikker.

Hvad det viser

At et beregnet udløbstal og et målt udløbstal typisk afviger med en faktor 3 fra hinanden — og i hvert tiende tilfælde med mere end en faktor 20.

For det enkelte udløb er det beregnede tal derfor ikke et estimat med en lille fejl. Det er et tal af en anden størrelsesorden end det, en måler ville vise — i begge retninger.

Til sammenligning mærker PULS selv sit niveau 1 med »< 135 % usikkerhed«, altså cirka en faktor 2,4. **De observerede afvigelser er større end den usikkerhed, systemet selv angiver for sit næstlaveste niveau.**

Det siger noget om, hvad man kan bruge et enkelt udløbstal til: ikke meget. Det siger mindre om landstotalen, hvor fejl i begge retninger delvis udligner hinanden.

Data: Danmarks Miljøportal, PULS (CC0), udtræk 13. september 2026 · www.spildevandsvagten.dk
Tallene bør efterprøves uafhængigt, før notatet bruges offentligt. Beregningen kan gentages af enhver med det samme offentlige udtræk.