



Ved dimensionering af åbne vandløb kan benyttes følgende ligning
(Dort & Bos, 1974; Hansen, 1979):

$$Q = v a = M R^{2/3} I^{1/2} a = M a^{5/3} u^{-2/3} I^{1/2} \quad (6.1)$$

hvor

- Q = vandføring, $m^3 s^{-1}$
- I = vandløbets fald, mm^{-1}
- v = vandhastighed, $m s^{-1}$
- a = tværsnitsareal, m^2
- u = beskyllet profil, m
- R = hydraulisk radius, $a u^{-1}$, m
- M = Manning koefficient, $m^{1/3} s^{-1}$

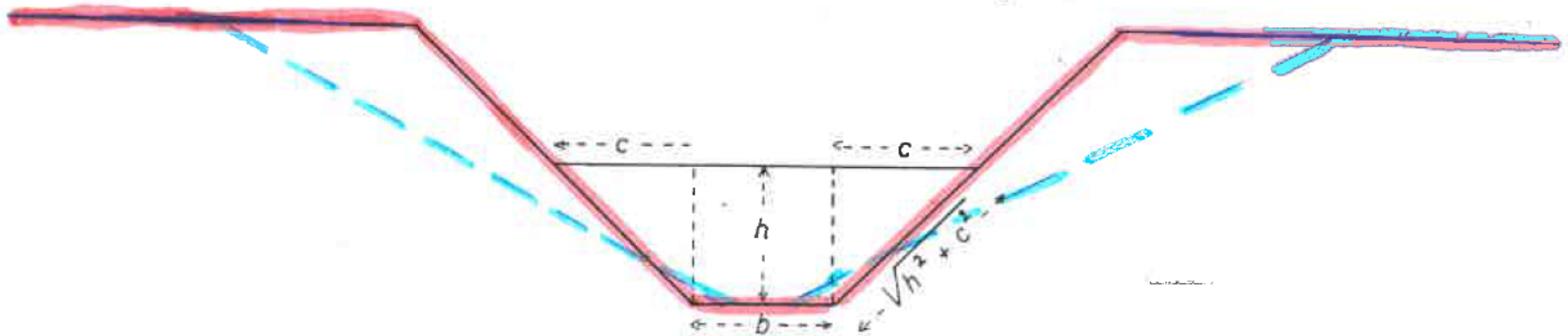


Fig. 6.5 Tværprofil af vandløb.

Med de i Fig. 6.5 anvendte betegnelser fås:

$$Q = \frac{M [h (b + c)]^{5/3} I^{1/2}}{[b + 2 \sqrt{h^2 + c^2}]^{2/3}} \quad (6.2)$$



Ved tiltagende grødevækst og tilgroning af vandløb ændres vandløbets hydrauliske egenskaber, Manning koefficienten aftager, hvilket medfører aftagende strømningshastighed og større vanddybde, tabel 6.1. Grødeskæring, oprensning og vedligeholdelse af et vandløb er af væsentlig betydning for dets funktion.

Tabel 6.1 Manning koefficient, M , strømningshastighed, v , vanddybde, h , og tværsnitsareal, A , for vandløb, når vandføringen er $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, faldet 0.5 o/oo, bundbredden 1 m og anlæg 1.5. (Efter Dort & Bos, 1974).

| M $\text{m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ | v m s^{-1} | h m | A m^2 |
|--|--------------------------|-------------------|---------------------|
| 40 | 0.54 | 0.82 | 1.85 |
| 30 | 0.43 | 0.94 | 2.25 |
| 20 | 0.32 | 1.18 | 3.25 |

Chézy's formel

I 1776 skrev Antoine Chézy en artikel med titlen: "Formel til at finde den ensarte hastighed, vandet vil have i en grøft eller en kanal, hvor hældningen er kendt."

I denne artikel blev Chézy's formel præsenteret.

$$v = C\sqrt{RI}, \text{ hvor}$$

v = middelvandhastigheden (m/s)

C = Chézy's tal ($m^{1/2}/s$)

R = hydraulisk radius (m)

I = hældning (dimensionsløs)

Størrelsen af koefficienten n er afhængig af, hvor ru den befugtede perimeter er. n er altså en ruhedsparemeter.

Mannings formel

$$v = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}, \text{ hvor}$$

v = middelvandhastigheden (m/s)

M = Manningtallet ($m^{1/3}/s$)

R = hydraulisk radius (m)

I = hældningen (dimensionsløs)⁴

Manning fandt ved sine beregninger, at M svarede nøje til Ganguillet's og Kutter's ruhedsparemeter n .



Balancer beregnet ud fra udbytter og proteinindhold i landsforsøg, samt udbyttet i
henhold til Danmarks Statistik 2011-2015

| Antal forsøg | Udbytte, hkg/ha eller Aø/ha | St.afv., hkg/ha eller Aø/ha | Råprotein, midde udbytte, pct. af tørstof | Råprotein, laveste sjettedel ² , pct. af tørstof | Råprotein, Højeste sjettedel ² , pct. af tørstof | N-optag keme, middel udbytte, kg N/ha ⁴ | N-optag inkl.halm ¹ , kg N pr. ha | Norm 2016, kg N pr. ha | Balance, middelt udbytte, kg N/ha | |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|---|--|--|------------------------|-----------------------------------|----|
| Vårbyg | | | | | | | | | | |
| JB 1-3 | 52 | 61,0 | 12,3 | 10,5 | 12,1 | 9,9 | 87 | 104 | 121 | 17 |
| JB 4 | 51 | 64,6 | 13,2 | 10,6 | 12,2 | 11,0 | 93 | 112 | 114 | 2 |
| JB 5-6 | 116 | 71,1 | 9,6 | 10,4 | 11,8 | 10,4 | 100 | 120 | 120 | 0 |
| JB 7-9 | 38 | 72,0 | 7,9 | 10,1 | 11,7 | 9,9 | 99 | 118 | 133 | 15 |
| Gns. | 257 | 67,9 | 11,6 | 10,4 | 12,0 | 10,3 | 96 | 115 | 120 | 5 |
| Danmarks Statistik | | 56,2 | | 10,4 | | | 79 | 95 | 120 | 25 |
| Vinterhvede | | | | | | | | | | |
| JB 1-3 | 62 | 75,0 | 12,0 | 10,2 | 11,4 | 9,2 | 114 | 136 | 146 | 10 |
| JB 4 | 137 | 80,6 | 15,1 | 10,0 | 11,5 | 9,5 | 121 | 145 | 146 | 1 |
| JB 5-6 | 360 | 91,5 | 15,8 | 10,2 | 11,5 | 9,6 | 139 | 166 | 161 | -5 |
| JB 7-9 | 115 | 91,1 | 16,9 | 10,3 | 11,4 | 9,9 | 140 | 168 | 168 | 0 |
| Gns. | 677 | 87,7 | 16,6 | 10,2 | 11,5 | 9,6 | 133 | 159 | 153 | -4 |
| Danmarks Statistik | | 74,6 | | 10,2 | | | 113 | 136 | 153 | 17 |
| Vinterbyg | | | | | | | | | | |
| JB 1-3 | 35 | 68,0 | 9,2 | 10,7 | 12,3 | 10,8 | 99 | 119 | 143 | 24 |
| JB 4 | 34 | 73,0 | 14,6 | 10,7 | 12,2 | 10,2 | 106 | 127 | 140 | 13 |
| JB 5-6 | 75 | 80,2 | 12,8 | 11,0 | 12,0 | 10,6 | 120 | 145 | 156 | 11 |
| JB 7-9 | 11 | 80,1 | 14,2 | 10,6 | 12,1 | 9,3 | 116 | 139 | 163 | 24 |
| Gns. | 155 | 75,9 | 13,5 | 10,9 | 12,1 | 10,2 | 112 | 135 | 148 | 13 |
| Danmarks Statistik | | 63,1 | | 10,9 | | | 93 | 112 | 148 | 36 |
| Vinterrug | | | | | | | | | | |
| JB 1-3 | 20 | 71,6 | 13,4 | 8,3 | 10,1 | 7,7 | 81 | 97 | 124 | 27 |
| JB 4 | 11 | 84,0 | 17,5 | 9,7 | 10,1 | 9,8 | 111 | 133 | 124 | -9 |
| JB 5-6 | 20 | 98,5 | 14,6 | 8,8 | 10,1 | 9,5 | 118 | 141 | 136 | -5 |
| JB 7-9 | | | | | | | | | | |
| Gns. | 52 | 84,7 | 18,7 | 8,8 | 10,1 | 9,2 | 101 | 122 | 115 | -7 |
| Gns. Dst. | | 59,6 | | 8,8 | | | 71 | 86 | 115 | 30 |
| Vinteraps | | | | | | | | | | |
| JB 1-3 | 13 | 35,7 | 10,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 101 | 121 | 168 | 47 |
| JB 4 | 50 | 47,4 | 7,7 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 134 | 161 | 171 | 10 |
| JB 5-6 | 160 | 48,4 | 7,8 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 137 | 164 | 177 | 13 |
| JB 7-9 | 17 | 46,9 | 6,3 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 132 | 159 | 179 | 20 |
| Gns. | 240 | 47,4 | 8,3 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 134 | 161 | 173 | 12 |
| Danmarks Statistik | | 38,4 | | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 108 | 130 | 173 | 43 |



I virkelighedens verden


EL 25/11-16

Det er vigtigt at tage Landbrugspakkens fokusering på målinger alvorligt – i stedet for at basere de kommende reguleringer på modeller, der i mange tilfælde skyder meget forkert af virkeligheden, skriver formanden for Bæredygtigt Landbrug.

LÆSERBREV

Af Flemming Fuglede Jørgensen, Formand for Landsforeningen Bæredygtigt Landbrug, Bonupgård, Løkken



 Landbruget bliver reguleret på mange måder. Erhvervet accepterer dette, når reglerne er forståelige,

de er udformet i overensstemmelse med formålet, baggrunden er i orden og de baserer sig på virkeligheden.

Det kniber derimod at acceptere regler, der er baseret på modeller og i landmandens verden er uforståelige og unødvendige. Det bliver helt uantageligt, hvis omkostningerne bliver helt unødigt høje i forhold til de forventede mål.

Sådan er det med de kommende planperioder for Vandrammedirektivet. Det er vigtigt, at tage Landbrugspakkens fokusering på målinger alvorligt – i stedet for at basere de kommende reguleringer på modeller, der i mange tilfælde skyder meget forkert af virkeligheden.

Her er problemet meget konkret: Målinger i vandmiljøet viser, at der stort set ingen nitratproblemer er hverken med grundvandet eller med vandet i vore vandløb.

Modellerne påstår noget andet. Alligevel ønsker man at regulere efter de modeller. Dermed bliver reduktionskravene for landbrugets anvendelse af kvælstof sat alt for højt.

Uhyre summer

Danske landmænd skal ifølge modellerne og efter at have ydet en formidabel indsats igennem mange år, reducere kvælstofudledningen yderligere fra 55.000 ton til 44.000 tons.

Det er blandt andet dét krav, der vil koste uhyre summer – mens Tyskland, som har dyrket deres land efter stort set optimale gødskningsregler blot mangler i alt 2.664 ton i reduktion i alt – og Sverige, har samme miljøtilstand omkring de intensivt dyrkede arealer som Danmark, efter at have brugt meget mere gødning i årevis. De lande regulerer på baggrund af vir-

keligheden.

Det er på tide, at Danmark tager skeen i den anden hånd. Som juraprofessor Peter Pagh udtrykte det på et møde i Agerskov for nyligt:

Hidtil har man benyttet manualer og teoretiske beregninger. Nu er man nødt til at lade faktum tale. Man skal måle, måle de rigtige steder og tage hensyn til nedbørsmængden.

Giv lov

Se på virkeligheden – tag fat i de rigtige målinger, regulér kun, hvor det er nødvendigt og lad landmanden have lov til at producere kvalitetskorn.

Klimamæssigt og jordbundsmæssigt har Danmark en unik beliggenhed til at producere kvalitetsfødevarer. Giv nu danske landmænd muligheden til gavn for den danske samfundsøkonomi.

Begrænset risiko for N-udvaskning i høj-input forsøg

Ny udbyttefremgang forsøg i vinterhvede og vårbyg 2014-2015, udvalgte behandlinger

| N-tilførsel kg N/ha | Udbytte hkg/ha | Protein % i tørstof | N-balance* kg N/ha | N-min efter høst kg N/ha (0-75 cm) | N-min november kg N/ha (0-75 cm) | Planteoptag november** kg N/ha |
|---|-------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Vinterhvede 2013/14, 5 forsøg: | | | | | | |
| 145 | 95,1 | 8,9 | 9 | 56 | 35 | 16 |
| 185 | 102,3 | 9,7 | 22 | 55 | 36 | 16 |
| 225 | 106,6 | 10,6 | 38 | 56 | 32 | 16 |
| 255 | 109,5 | 10,8 | 58 | 63 | 31 | 17 |
| Vinterhvede 2014/15, 6 forsøg i Danmark: | | | | | | |
| 155 | 113,9 | 8,9 | -11 | 49 | 50 | Ubetydelig |
| 210 | 128,0 | 10,2 | -9 | 46 | 50 | Ubetydelig |
| 235 | 131,2 | 10,8 | -4 | 48 | 47 | Ubetydelig |
| 345 | 135,9 | 11,6 | 78 | 50 | 51 | Ubetydelig |
| Vinterhvede 2014/15, et forsøg ved Schleswig i Nordtyskland: | | | | | | |
| 155 | 140,6 | 10,3 | -89 | 57 | 83 | Ubetydelig |
| 220 | 132,8 | 12,1 | -53 | 40 | 93 | Ubetydelig |
| 250 | 143,4 | 12,2 | -48 | 28 | 70 | Ubetydelig |
| 360 | 136,2 | 12,7 | 65 | 68 | 88 | Ubetydelig |
| Vårbyg 2014, 5 forsøg: | | | | | | |
| 115 | 75,9 | 9,8 | 9 | 39 | 26 | 15 |
| 145 | 80,4 | 10,5 | 22 | 42 | 25 | 16 |
| 175 | 81,5 | 11,2 | 41 | 43 | 26 | 17 |
| Vårbyg 2015, 6 forsøg: | | | | | | |
| 125 | 80,0 | 9,5 | 16 | 37 | 47 | 3,1 |
| 175 | 87,5 | 10,4 | 42 | 35 | 46 | 3,4 |
| 230 | 90,6 | 11,2 | 79 | 41 | 49 | 4,1 |

* Forskel mellem tilført N med handelsgødning og atmosfærisk depositon (15 kg N/ha) og N i borte og høst.

** N-indhold i overjordiske plantedeile af efterårsgerde af gødningstilførsel efter forsøgshest.

Ud over forsøgte N-tilførsel afbildet de viste behandlinger sig ved tilført mængde af P og K og niveau af planover.

Samlet konklusion

Forsøgene tyder på en begrænset risiko for merudvaskning af kvælstof i danske jorde ved at øge kvælstoftilførslen til et niveau betydeligt over normen. I hvert fald i det første år efter forsøgelsen af N-tilførslen.

Årsagen er formentlig, at kvælstofbalancen har været negativ på de danske jorde i en længere årrække på grund af de lovbestemte lave kvælstofnormer.

Konklusionen stemmer godt overens med fastliggende forsøg i vinterhvede, hvor N-koncentrationen i drænvand måles under storparceller, der tilføres halv til dobbelt N-norm. Her stiger indholdet i drænvandet og dermed udvaskningen først betydeligt, når der tildeles mere end 230-250 kg N pr. hektar.

Stigende udbytte og proteinindhold

Både udbytter og proteinindhold stiger betydeligt med stigende kvælstoftilførsel i forsøgene.

Især i 2015 er der opnået nogle meget høje udbytter som følge af en lang gunstig vækstsæson med tilstrækkelige mængder nedbør kombineret med en større N-tildeling sammenlignet med 2014.

I vinterhveden aftager udbyttetigningen fra omkring 190 kg N pr. hektar i 2013/14 og fra omkring 210 kg N pr. hektar i 2014/15. Stigningen i proteinindholdet aftager først ved lidt større N mængder. = lineær

I vårbyggen aftager stigningen i udbytte fra omkring 140 kg N pr. hektar i 2014 og fra omkring 180 kg N pr. hektar i 2015, mens stigningen i proteinindholdet fortsætter lineært til den største N-tilførsel.