

628.17  
B8

# Vejledning fra miljøstyrelsen

## Vandforbrug og vandsbesparelser

på vandværker  
i ledningsnet  
i husholdninger

- Vejledning nr. 2/77
- Oktober 1977

**miljøstyrelsen - Kampmannsgade 1 - 1604 København V - Tlf. (01) 14 83 10**

# **Vandforbrug og vandsbesparelser**

**på vandværker  
i ledningsnet  
i husholdninger**

**MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K**



Denne vejledning er trykt på genbrugspapir.

## Forord.

Miljøministeren har anmodet miljøstyrelsen om at udarbejde en vejledning om vandbesparelse, dels for at begrænse tilvæksten i vandforbrug, dels for at undgå unødigt spild af ressourcer.

Den stadig øgende interesse i befolkningen for bl. a. øget vandindvindings indflydelse på omgivelserne har, ikke mindst på baggrund af de senere års tørre somre og den stadigt voksende interesse for markvanding i landbruget, aktualiseret behovet for genanvendelse og besparelser i vandforbruget. Samtidig med den voksende erkendelse af, at vore vandressourcer ikke er så rigelige som hidtil antaget, er det nødvendigt, at den enkelte borger og det enkelte erhverv erkender deres medansvar for en fornuftig anvendelse af vore ressourcer. Miljøministeren har derfor bedt miljøstyrelsen udarbejde denne vejledning om vandbesparelse for at fortælle den enkelte forbruger, hvordan man kan spare på vandet. Vejledningen indeholder derfor bl. a. oplysninger om vandforbruget ved personlig hygiejne, sanitære installationer, rengøring og vask, herunder specielt oplysninger om vandforbruget ved vaskemaskiner, opvaskemaskiner og lign., ligesom mulighederne for besparelse på vandforbruget ved at gå over til nye wc-typer vil blive belyst.

Ved udarbejdelsen af denne redegørelse om vandforbrug og vejledning i vandbesparelse har miljøstyrelsen haft værdifuld bistand af en teknikergruppe med særlig sagkundskab indenfor vandforsyningsområdet. Følgende myndigheder, organisationer eller institutioner var repræsenteret i teknikergruppen:

Boligministeriets udvalg til godkendelse af vand- og afløbsmateriel (va-udvalget)

Dansk Vandteknisk Forening,

Københavns Vandforsyning,

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) og

Statens Husholdningsråd.

Formålet med vejledningen er, at gøre opmærksom på, hvorledes vand forbruges i Danmark og hvilke muligheder der er for at begrænse forbruget. De foreslåede besparelser skal ses i lyset af vor forholdsvis rimelige vandressourcesituation sammenholdt

f.eks. med vor energisituation. Der er derfor fortrinsvis anført besparelser, som knytter sig til de tekniske installationers vandforbrug med den forudsætning, at vandbesparelsen ikke skal ændre disse installationers funktion, ligesom de områder, hvor der foregår et egentlig spild eller et unødigt stort vandforbrug, er fremhævet.

Gennem de senere år har der i industrien været bestræbelser for at nedsætte vandforbruget, bl. a. gennem recirkulation og ved anvendelse af vandbesparende produktionsprocesser. En vejledning for industrien om vandbesparelsesmuligheder vil imidlertid fordrø en speciel gennemgang branche for branche, hvorfor miljøstyrelsen ikke har fundet emnet egnet til behandling i en vejledning, der henvender sig til en bredere kreds.

Denne vejledning henvender sig derfor i første række til myndighederne og vandværkerne med anvisning om besparelsesmuligheder, ligesom vejledningen også henvender sig til forbrugerne. Med henblik på orientering af den enkelte forbruger vil miljøstyrelsen udsende en pjece indeholdende oplysninger om forbruget i husholdninger og de mulige vandbesparelser.

Det er miljøstyrelsens ønske, at denne vejledning vil medvirke til en større åbenhed og debat omkring vand og vandforbrug til gavn for vort miljø.

miljøstyrelsen i juli 1977.

Indledning.	3
1. Nuværende og fremtidigt vandforbrug.	6
1.1. Nuværende vandforbrug.	6
1.2. Fremtidigt vandforbrug.	8
2. Begrænsning af vandforbrug af ressourcehensyn	9
2.1. Vandressourcer.	9
2.2. Økonomiske ressourcer.	10
2.3. Energiressourcer	11
3. Vandforbrugets sammensætning, og de tekniske muligheder for at reducere vandforbruget.	12
3.1. Vandforbrug på vandværker og mulighederne for at reducere vandforbruget.	12
3.1.1. Vandforbrug til filterskylning.	12
3.1.2. Muligheder for at reducere vandforbruget til filterskylning.	14
3.2. Vandforbrug i ledningsnettet og mulighederne for at reducere vandforbruget.	14
3.2.1. Tab i ledningsnet.	14
3.2.2. Muligheder for at reducere vandforbruget ved lækagesøgning.	18
3.2.2.1. Tilfældig tilsynkomst af lækager.	18
3.2.2.2. Kontinuerlig overvågning.	18
3.2.2.3. Systematisk undersøgelse af ledningsnet.	19
3.2.2.4. Lokalisering af lækagerne.	20
3.2.2.5. Omkostninger ved lækagelokalisering og reparation.	21
3.2.3. Muligheder for at reducere vandforbruget ved forebyggelse af lækager.	21
3.2.3.1. Omhyggeligt tilsyn ved ledningsarbejder.	21
3.2.3.2. Valg af optimal vandbehandlingsmetode.	22
3.2.3.3. Valg af velegnede ledningsmaterialer.	23
3.2.4. Muligheder for at reducere vandforbruget ved reduktion af vandtrykket.	25
3.2.5. Nuværende forbrug og opnåeligt fremtidigt forbrug på vandværker og i ledningsnet.	25
3.3. Vandforbrug i husholdninger og muligheder for reduktion af vandforbruget.	26
3.3.1. Vandforbrug til personlig hygiejne.	27

3.3.2.	Vandforbrug til toiletskyllning.	28
3.3.3.	Vandforbrug til madlavning og drikkevarer.	29
3.3.4.	Vandforbrug til tøjvask.	29
3.3.4.1.	Vandforbrug til vask i hånden.	29
3.3.4.2.	Vandforbrug til maskinvask.	29
3.3.4.3.	Skøn over det gennemsnitlige vandforbrug til vask i Danmark.	32
3.3.4.4.	Vandbesparelser ved tøjvask.	32
3.3.5.	Vandforbrug til opvask og rengøring.	33
3.3.5.1.	Vandforbrug til opvask.	33
3.3.5.2.	Vandbesparelser ved opvask.	34
3.3.5.3.	Vandforbrug og vandbesparelse ved rengøring.	35
3.3.5.4.	Nuværende og fremtidige vandforbrug til opvask og rengøring.	35
3.3.6.	Øvrigt vandforbrug.	35
3.3.7.	Vandforbrug til havevanding.	37
3.3.7.1.	Jordens sammensætning og struktur.	39
3.3.7.2.	Optimal udnyttelse af vandingsvandet.	41
3.3.8.	Nuværende forbrug og opnåeligt fremtidigt vandforbrug i husholdninger.	42
4.	Administrative muligheder for at reducere vandforbruget.	43
4.1.	Installation af vandmålere i de enkelte boliger.	43
4.2.	Vandprisen betydning.	45
5.	Lovgivningsmæssige muligheder for at reducere vandforbruget.	47
5.1.	Nuværende lovgrundlag.	47
5.2.	Muligheder for yderligere begrænsning af vandforbruget.	48
6.	Litteratur.	49

## Indledning.

En god og rigelig vandforsyning til befolkning og erhverv er i Danmark længe blevet betragtet som en selvfølgelighed. Den voksende erkendelse af mulige konsekvenser for vore omgivelser ved øget udnyttelse af vore vandressourcer har imidlertid røkket ved dette synspunkt.

Det er derfor af stor betydning at få skabt en mere åben debat og oplysning om de konsekvenser, en vandindvinding medfører for vort miljø. Denne viden er fundamentet for at kunne fortælle den enkelte bruger, at han eller hun selv er med til at ændre eller ødelægge miljøet ved sit vandforbrug.

Oplysning om vand og vandproblemer må starte i folkeskolen med en bevidstgørelse om den enkeltes ansvar over for denne ressource og vort miljø. Der må fortsættes med en større åbenhed og debat om vandforsyningen, forevisning af vandværker og større offentlig deltagelse i planlægningsfasen af vandværker.

En forudsætning for at få den enkelte forbruger til at interessere sig for at reducere sit vandforbrug er en viden om, hvor meget vand hver person forbruger herhjemme, og hvilke muligheder der er for at nedbringe forbruget. En viden om, at der er stor forskel på vandforbruget ved relativt ens udseende vaske/opvaskemaskiner og toiletter og andre VVS-installationer, må udvides til forbrugerne for at få dem til at vælge installationer/maskiner med lavt vandforbrug. Offentliggørelser af de resultater, Statens Husholdningsråd finder ved afprøvningerne, er udmærkede, men i denne sammenhæng utilstrækkelige, fordi oplysningerne om maskinernes vandforbrug ikke gives i en direkte sammenligning af maskinerne. Offentliggørelse af sammenlignende resultater i f. eks. ugeblade, avisernes weekend-udgave og i radioens forbrugerudsendelser vil kunne bevidstgøre forbrugerne og dermed også påvirke fabrikanterne til at betragte deres maskiners/installationers vandforbrug som noget væsentligt, der også skal søges nedsat. Derfor bør det overvejes, om der fremtidig kan indføres en deklarationsforpligtelse om vandforbruget for de installationer, der skal tilsluttes ledningsnettet.



Derved kunne det gøres lettere for forbrugerne at vælge maskiner og installationer med lavt vandforbrug. Vælger forbrugerne, næste gang de udskifter deres toilet og vaskemaskine, at købe de mindst vandforbrugende typer, der er på markedet i dag, vil det efter en 10 - 20 års periode betyde, at vandforbruget kan formindskes med 20 liter pr. person pr. døgn eller 10% svarende til ca. 35 mio. m<sup>3</sup>/år.

Føres der endvidere en bevidst oplysningsindsats gennem skoler, presse, radio og fjernsyn så der sikres forståelse for, at vand ikke bør spildes unødigt, burde vandforbruget pr. indbygger kunne reduceres med yderligere 40 liter pr. døgn pr. person svarende til ca. 70 mio. m<sup>3</sup>/år.

Som et led i begrænsningen af vandforbruget foreslås det i denne vejledning, at vandværkerne og især nyoprettede vandværker foretager installation af vandmålere hos forbrugeren. Ikke alene fordi mange undersøgelser har vist, at husholdningsvandforbruget pr. person er mindre på vandværker med målere end på vandværker uden målere, men i lige så høj grad fordi der derved sikres en bedre kontrol med lækager på ledningsnettet.

Samtidig med at tabsprocenten i ledningsnettet let kan udregnes som differens mellem den udpumpede vandmængde fra vandværk og summen af forbrugernes målte vandmængde, skulle der gerne opstå en tilskyndelse til at søge at formindske vandspildet gennem lækagerne. Som en yderligere tilskyndelse er der derfor i denne redegørelse lagt vægt på en indgående beskrivelse af lækageproblemer, lækagesøgning og forebyggelse af lækager.

For de vandforsyninger, hvorfra der foreligger oplysninger om tab på ledningsnet m.v., udgør disse i gennemsnit 11% af den udpumpede vandmængde. Antages det, at denne størrelse gælder for al vandværksforsyning, og at tabet kan reduceres til de 6-8%, som omfatter målerfejl og diverse umålte forbrug, herunder vand til brandslukning, skulle det være muligt at reducere det årlige vandforbrug med ca. 15 - 25 mio. m<sup>3</sup>/år. Det er ikke muligt at vurdere, hvor lang tid det vil tage og hvilke udgifter der vil være forbundet med at opnå denne reduktion.

X På vandværket bruges den overvejende vandmængde til filterskylning. Forbruget kan variere fra anlæg til anlæg, men udgør gennemsnitlig ca. 3%. Det skulle være muligt at reducere dette forbrug til ca. 1% og derved formindske vandforbruget med ca. 10 mio. m<sup>3</sup>/år. Det er imidlertid en besparelse på langt sigt, da den i hvert fald forudsætter en ombygning af en lang række af de bestående filtre på vandværkerne.

## 1. Nuværende og fremtidigt vandforbrug.

### 1.1. Nuværende vandforbrug.

I nedenstående tabel er anført Forureningsrådet opgørelse over vandforbruget i Danmark i 1970 baseret dels på enhedsforbrug til husholdning og landbrugets forbrug til dyr, og dels på skøn over industriens andel af vandværksforsyningen og på opgørelse af indvindingskendelser til industriens og landbrugets enkeltindvindingsanlæg.

Husholdningsforbrug .....	340 mill. m <sup>3</sup> /år
Industriforbrug fra vandværk .....	120 mill. m <sup>3</sup> /år
Industriens forbrug fra egne boringer .....	80 mill. m <sup>3</sup> /år
Landbrugets forbrug til husdyr .....	105 mill. m <sup>3</sup> /år
Landbrug & gartneriers forbrug til vanding .....	25 mill. m <sup>3</sup> /år
Dambrug, grundvand .....	50 mill. m <sup>3</sup> /år
<hr/>	
<u>Total forbrug i 1970</u> .....	<u>720 mill. m<sup>3</sup>/år</u>

Opgørelsen over vandforbrugets størrelse pr. 1. januar 1977 er foretaget af amtskommunerne i forbindelse med miljøstyrelsens udarbejdelse af "Redegørelse for anvendelse og prioritering af vore vandressourcer". På basis af det indsamlede amtskommunale vandforbrug har miljøstyrelsen foretaget følgende opdeling af vandforbruget i Danmark:

Husholdningsforbrug .....	445 mio. m <sup>3</sup> /år
Institutioner o. lign. ....	40 mio. m <sup>3</sup> /år
Industri - grundvand .....	215 mio. m <sup>3</sup> /år
Industri - overfladevand .....	50 mio. m <sup>3</sup> /år
Landbrugets forbrug til husdyr .....	90 mio. m <sup>3</sup> /år
Vanding i landbrug og gartneri (grundvand + overfladevand) .....	330 mio. m <sup>3</sup> /år
Dambrug - grundvand .....	40 mio. m <sup>3</sup> /år
<hr/>	
<u>Totalt forbrug</u> .....	<u>1210 mio. m<sup>3</sup>/år</u>

Vandforbruget bygger for en stor del af forbrugene til husholdning og industri på målte forbrug fra vandværker. Opgørelsen af vandforbruget ved enkeltvandindvindingsanlæg til industri er overvejende fremkommet ved en opgørelse af de tildelte vandmængder. Det er især tankevækkende, at husholdningsforbruget og forbruget til institutioner er væsentlige højere end Forureningsrådets tal. Det må imidlertid påpeges, at denne "stigning" ikke alene er en vækst i forbruget, men i højere grad dækker over en mere korrekt opgørelse af vandforbruget, end Forureningsrådets opgørelse, baseret på enhedsforbrug svarende til 200 liter pr. person pr. døgn. På mange vandværker, hvor der ikke sker en måling af vandforbruget hos forbrugerne, er der set betydelig højere forbrug end de nævnte 200 liter pr. person pr. døgn, se afsnit 3.2., og samtidig er der i 1977 opgørelsen indregnet tab i ledningsnettet, hvilket har øget forbruget med mindst 10%.

Industriens grundvandsforbrug er stort set uændret i forhold til tallene fra 1970, og svarer meget nøje til det vandforbrug, som spildevandsudvalget (Dansk Ingeniørforenings spildevandsudvalg) angav for industrien i 1964. For fuldstændighedens skyld er der også angivet forbruget af overfladevand. Betydningen af dette forbrug for vandløbenes vandføring er kun ringe, idet langt den overvejende del indtages ved vandløbenes udløb i havet.

Derimod indtages og forbruges overfladevandet til markvanding fordelt over vandløbets længde. I vandforbruget til markvanding er der derfor ikke skelnet mellem overfladevand og grundvand, men angivet den samlede indvinding.

## 1.2. Fremtidigt vandforbrug.

Den tidligere registrerede årlige tilvækst i vandforbruget har i de sidste 5 år vist en vigende tendens. I forbindelse med oliekrisen i 1974 skete der et direkte fald i vandforbruget på 3-4%, men siden er forbruget igen steget, således at den udpumpede vandmængde fra vandværkerne i 1975/76 stort set svarer til forbruget før oliekrisen.

Med mindre der fremover vil ske en direkte omlægning af det nuværende forbrugsmønster må den omtalte stagnation forventes at være af foreløbig karakter. Behovet for vand til husholdningsformål, som hidtil har udgjort ca. 50% af det samlede vandforbrug, må antages at stige i takt med den øgede boligstandard. Endnu har kun 70% af danske boliger eget bad. Stigning i vandforbrug kan også forventes som følge af den udvikling hen mod et mindre antal personer pr. bolig, som det er set gennem en række år. Såvel svenske som amerikanske undersøgelser har vist, at vandforbruget pr. person er størst i boliger med færrest personer.

Derimod er det mere tvivlsomt, om industriens vandforbrug vil stige væsentligt. De forøgede krav til rensning af spildevandet har bevirket en kraftig stigning i vandprisen, der har virket befordrende for en omlægning af industriens vandforbrug til mere vandbesparende processer og større intern recirkulation.

Vandforbruget til markvanding er steget markant i de seneste år, og ønsket om at sikre en stabil og optimal vækst kan bevirke en kraftigere vandforbrugsstigning til dette formål. Der er fra landbrugsside opgivet mulige vandforbrug på 1200 - 1700 mio. m<sup>3</sup> pr. år i et år med normale nedbørsforhold og endnu højere i tørre år, hvis der skal sikres landbruget optimale vækstbetingelser.

## 2. Begrænsning af vandforbrug af ressourcehensyn.

### 2.1. Vandressourcer.

Det har hidtil været en almindelig opfattelse, at vand er en af de ressourcer, Danmark har i rigeligt mål. Hvis de uudnyttede vandressourcer i Danmark vurderes alene, er denne antagelse også til en vis grad rigtig. I Forureningsrådets rapport fra 1970 er der skønnet over de årlige indvindingsmulige vandmængder. Det blev forudsat, at det i almindelighed ville være muligt at indvinde 40-50% af nettonedbøren, d.v.s. nedbør minus aktuel fordampning, i de fleste regioner. For hele landet blev den mulige indvindingsmængde anslået til ca. 6.500 mill. m<sup>3</sup>/år fordelt med 5400 mill. m<sup>3</sup> i Jylland, 300 mill. m<sup>3</sup> på Fyn og omliggende øer og 800 mill. m<sup>3</sup> på Sjælland og Lolland-Falster-Møn.

Sammenhængen mellem vandløbenes vandføring og grundvandsindvindingen i et afstrømningsområde sætter en grænse for vandindvindingens størrelse, såfremt en rimelig minimumsvandføring i vandløbene fortsat skal opretholdes. Hidtil har vandindvindingen været prioriteret meget højt, og konsekvensen har været, at vandløbenes vandføring i områder med intensiv grundvandsindvinding er reduceret mærkbart. Dette er illustreret i en undersøgelse af vandindvindingens indflydelse på vandføringen i Græse å i Nordsjælland, hvor åens minimumsvandføring næsten blev halveret efter en grundvandsindvinding på 60% af nettonedbøren i afstrømningsområdet. Tilsvarende problemer synes at foreligge for Giber å ved Aarhus, hvor en grundvandsindvinding på 30% af nettonedbøren medfører, at der ikke foregår nogen målelig afstrømning til åen i sommerperioden.

Det er således rimeligt at påregne, at en vandindvinding svarende til den skønnede, mulige indvindingsmængde vil medføre virkninger på omgivelserne deriblandt vandløbenes vandføring, der er uønskede set fra et miljømæssigt og ressourcemæssigt synspunkt. Derfor er det ønskeligt at nedsætte vandforbruget mest muligt for derved at begrænse indgrebene i vandets naturlige kredsløb.

## 2.2. Økonomiske ressourcer.

Foruden de nævnte miljø- og vandressourcemæssige begrundelser for vandbesparende foranstaltninger er der også et økonomisk hensyn at tilgodese.

Et forbrug af vand til husholdnings- og industriformål vil normalt resultere i en tilsvarende spildevandsmængde. Besparelser i vandforbrug vil derfor ikke blot medføre en nedsættelse af anlægs- og driftsudgifter til vandforsyningsanlæg, men i ligeså høj grad af udgifterne til spildevandsbehandlingen.

Den nødvendige kapacitet i vandværkerne fastlægges ud fra vandforbruget på spidsbelastningstidspunkterne, hvorfor en reduktion af netop dette forbrug vil have den største økonomiske effekt.

Som følge af, at de enkelte vandværker er indrettet til selv at skulle klare forsyningen på spidsbelastningstidspunkterne, har mange vandværker en reservekapacitet i form af behandlings- og beholderanlæg. Et samarbejde eller en sammenslutning inden for større forsyningsområder kan, især hvis de enkelte forbrugerkategorier derved bliver mere uensartede, give en mere hensigtsmæssig udnyttelse af bestående anlæg samt åbne mulighed for udskydelse af investeringer i nye vandforsyningsanlæg.

For en række områder vil der i rimelig nærhed af forsyningsstedet ikke kunne indvindes mere vand end det nuværende forbrug. Merforbrug må derfor hentes længere borte. Det vil sige, at udover omkostninger til behandling af vandet på vandværket, må der regnes med forøgede udgifter til vandtransport.

Ved øget vandforbrug kan det visse steder blive nødvendigt at anvende råvand af ringere kvalitet, der vil nødvendiggøre en

teknisk mere krævende og dermed dyrere vandbehandling end den normale grundvandsbehandling. Endvidere kan en konstant kloring blive en forudsætning for at sikre den bakteriologiske kvalitet.

### 2.3. Energiressourcer.

Brugen af vand medfører et samtidigt forbrug af energi til oppumpning, behandling, distribution og opvarmning samt til afledning og rensning af spildevandet. En begrænsning af vandforbruget medfører derfor normalt også en energibesparelse. Især vil energibesparelsen være betydelig, hvis brugen af varmt vand samtidig begrænses.

Da vor energisituation er væsentlig mere kritisk end vor vandressourcesituation, er der i denne vejledning overvejende lagt vægt på at anvise vandbesparelser, der samtidig medfører energibesparelser.



### 3. Vandforbrugets sammensætning, og de tekniske muligheder for at reducere vandforbruget.

I de følgende afsnit beskrives vandforbruget på vandværker i ledningsnet i husholdninger og der omtales under hvert delafsnit mulige tekniske muligheder for at begrænse vandspild.

#### 3.1. Vandforbrug på vandværker, og mulighederne for at reducere dette vandforbrug.

I produktionen af drikkevandet vil en ringe del af vandet bruges til intern spuling og rengøring, en større del vil bruges til returskylning af filtrene. De nødvendige mængder skyllevand vil være afhængig af filtrets opbygning, dets skyllesystem (vand eller luft/vand) og af råvandskvaliteten.

##### 3.1.1. Vandforbrug til filterskylning.

Miljøstyrelsen har foretaget en indsamling af data for vandforbruget fra en række kommunale vandværker. For om muligt at se vandkvalitetens betydning for forbruget af filterskyllevand er der inden for samme kommune udvalgt to vandværker. Råvandskvaliteterne er valgt med henblik på at vise indflydelsen af højt jernindhold. Det er skønnet, at driftsformen er nogenlunde ens på kommunens vandværker. I tabel 3.1.1. er vist de indsamlede oplysninger om vandforbrug til filterskylning.

Tabel 3.1.1. Vandværkernes skyllevandsforbrug i relation til råvandskvaliteten.

Råvandskvalitet				Vandmængder	
Kom- mune	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Metan ml CH <sub>4</sub> /l	Udpumpet pr. år 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	til filterskylning % af udpumpet vand- mængde
1	1,2	0,04	0	1400	0,4
	2,8	0,08	0	675	0,9
2	6,8	0,30	1-5 =	1620	1
	2,8	0,20	0,5	2760	1
3	0,7	0,05	4=	1460	4,5
	4,8	0,02	3=	2590	4,5
4	2,5	0,07	0,3	14900	0,6
	1,1	0,04	0	3700	0,4
5	4,0	0,15	0	750	5
	3,0	0,15	0	1265	5
6	3,0	0,09	4,5=	800	1,6
	1,7	0,18	1,3	700	1,8

= Særskilt metanfjernelse

Den mængde vand, der anvendes til filterskylning, varierer meget og er ikke alene afhængig af jernindholdet. Karakteren af det udfældede jern betyder utvivlsomt meget for forbruget af filterskyllevand. Men i endnu højere grad er driftsformen ved filterskylningen afgørende for vandforbruget. Faste skyllerutiner uden hensyn til tryktabet gennem filtret er almindelige. Da skyllerutinerne oftest er fastlagt efter maximalbelastningen, vil der i en stor del af året skylles mere end nødvendigt. Filtrets udformning med tilstrækkelig stor filterskyllehastighed og rigelig lufttilførsel til hurtig og effektiv at få løsnet jern- og manganpartikler er af væsentlig betydning og bør tilgodeses i større udstrækning end hidtil.

### 3.1.2. Muligheder for at reducere vandforbruget til filter-skylning.

Anvendelse af tryktabstyret filterskylning vil betyde, at der kun skylles efter behov, og vil nedsætte skyllevandsmængden. Der vil dog kunne opnås en endnu større vandbesparelse ved en nøjere vurdering af drift og konstruktion af filtre, således at vandværksfiltrene optimeres til at kunne skylles effektivt med maximalt 1% af råvandsmængden.

### 3.2. Vandforbrug i ledningsnet, og mulighederne for at reducere dette vandforbrug.

#### 3.2.1. Tab i ledningsnet.

Forskellen mellem den udsendte vandmængde og det målte forbrug hos vandværkets brugere betegnes som tab i ledningsnettet. I praksis vil der altid være en række naturlige årsager til divergensen mellem disse tal. Således vil de fleste vandmålere hos forbrugerne have en tendens til med tiden at vise for lidt, og dermed give et bidrag til "tab i ledningsnettet" uden, at der reelt er tale om noget tab. Forbruget af vand til bl.a. skylning af ledningsnettet, til brug ved brandslukning, og evt. til byggepladsvand og lignende vil også blive registreret som "tab i ledningsnet". Nedenstående tabel 3.2.1. over tab fra en lang række forsyninger viser betydelige ledningstab, hvoraf det egentlige tab i ledningsnettet i form af lækager kan udgøre en væsentlig del. Ledningsnettet regnes for godt og velholdt, når tabet ikke overstiger 6 - 8%.

Tabel 3.2.1. Tab i ledningsnet.

Vandværk nr	Årlig udpumpet vandmængde i 1000 m <sup>3</sup>	Tab i ledningsnet %
1	10.800	6
2	5.600	13
3	4.000	23
4	2.800	15
5	2.400	19
6	1.900	25
7	1.600	23
8	1.300	10
9	1.000	5
10	700	8
11	300	47

Ved en lang række vandværker er der ikke installeret målere i enkeltejendomme. Der kan her ske betydelige vandtab uden, at disse registreres. Nedenstående tabel 3.2.2. viser, at vandforbruget pr. person ved disse værker ligger meget højere, hvilket kan skyldes den manglende tilskyndelse til at spare på vandet, men vel også at tabet i ledningsnettet er medregnet i husholdningsforbruget. Vandforbrug til erhvervsformål og institutioner er ikke medregnet i disse forbrug.

Tabel 3.2.2. Vandforbruget pr. indbygger ved vandværker med og uden vandmålere i enkeltejendomme.

Vandværker nr.	Årlig udpumpet vandmængde 1000 m <sup>3</sup>	Middeldøgnforbrug til husholdning l/pd	Målere hos forbrugerne
1	100	280	
2	300	245	
3	550	400	
4	740	260	
5	990	255	nej
6	1.390	380	
7	1.450	195	
8	1.850	175	
9	1.980	285	
10	2.640	385	
11	3.040	405	
12	3.210	210	
13	100	180	
14	310	180	
15	450	175	
16	750	160	
17	930	180	ja
18	1.150	205	
19	1.550	170	
20	1.700	145	
21	2.050	155	
22	2.510	160	
23	2.610	160	
24	4.180	155	

For at belyse forholdet mellem lækagens størrelse og vandtabet, vises i fig. 3.2. en afbildning af hulstørrelsens og vandtrykkets betydning for vandtabet.

## VANDTAB GENNEM UTÆTHEDER.

VANDTAB I LITER PR. DØGN

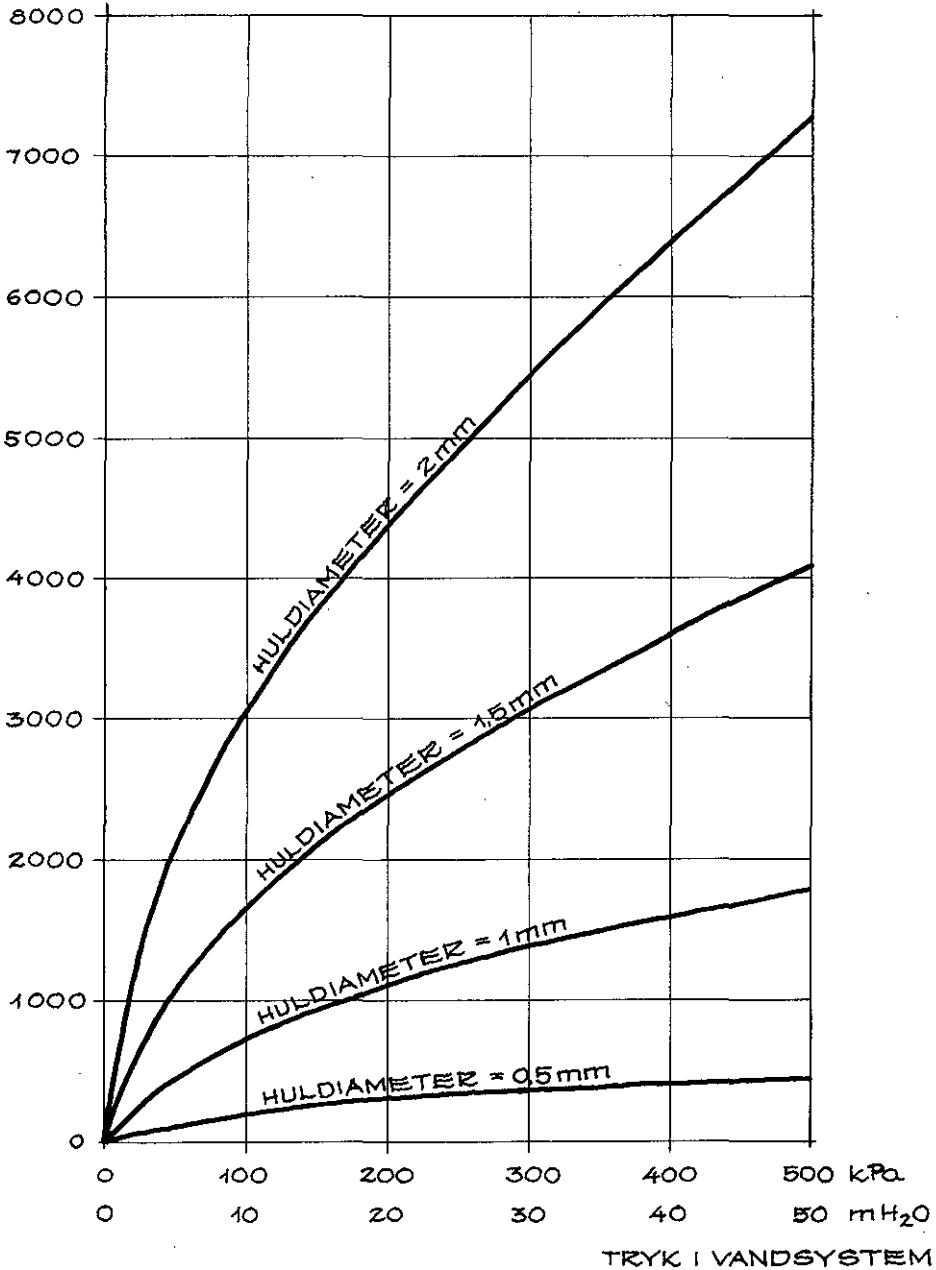


fig. 3.2. Vandtab gennem utætheder.

### 3.2.2. Muligheder for at reducere vandforbruget ved lækagesøgning.

Som det vil fremgå af ovenstående tabel 3.2. kan der hentes store vandbesparelser igennem en god vedligeholdelse af ledningsnettet.

En konstatering af lækager kan finde sted dels ved anmeldelse af synlige eller umiddelbart hørlige lækager dels ved, at vandværket etablerer en kontinuerlig overvågning af ledningsnettet og endelig ved, at der foretages en systematisk gennemgang af ledningsnettet. Ved lækager af begrænset størrelse vil den systematiske gennemgang som oftest være den eneste metode, som fører til resultat.

#### 3.2.2.1. Tilfældig tilsynekomst af lækager.

Publikum, politi, vandværkets eller andre institutioners personale meddeler om unormale forhold, såsom vand i terrænhøjde, snefrit område om vinteren, vandindtrængen i kældre, manglende tryk hos forbrugerne, jordsammensynkninger, rentvandsstrøm i kloakker og meget andet. Det er vigtigt, at disse meldinger behandles seriøst, således at der f.eks. foretages en undersøgelse af indsvivende vand i kældre, brønde m.v. for at konstatere om det er vandværksvand, spildevand, fjernvarmevand eller grundvand, der trænger ind.

#### 3.2.2.2. Kontinuerlig overvågning.

##### Sammenligning af produktion og forbrug.

En forudsætning for en sådan sammenligning er en effektiv vandmålerkontrol.

Det er væsentligt, at vandmålerne viser rigtigt. Den tilladelige afvigelse på målerresultatet ligger på  $\pm 2\%$ , for små gennemløb dog på  $\pm 5\%$ .

De fleste vandmålere har en tendens til i tidens løb at gå langsommere (viser for lidt), og på et eller andet tidspunkt må måleren efterses og evt. udskiftes. For almindelige forbrugsmålere

indtil  $20 \text{ m}^3/1$  vil en turnus på 4-10 år være passende, medens større målere må udskiftes ca. hvert 3. - 5. år.

En regelmæssig udskiftning og vedligeholdelse af målerstanden er derfor et vigtigt led i konstateringen af tabsprocenten.

#### Grovkontrol af natforbruget.

Ved at registrere den producerede vandmængde og måle niveauvariationerne i vandreservoirerne kan man bestemme magasineringen i nattens løb og dermed få et groft billede af natforbruget. En større lækage vil tydeligst kunne mærkes på forbruget mellem kl. 2 - 4 om natten.

#### Vandmængdemålinger.

Hastigheden måles ved i ledningen at indføre et specielt instrument baseret på pitotrørsprincippet. Dette kan indføres gennem 1" ventiler anbragt og bibeholdt på passende steder i ledningsnettet.

#### Regelmæssig markinspektion.

Især hvor der er tale om lange tilførselsledninger vil en regelmæssig inspektion af terrænet over ledningerne være anbefalelsesværdig.

### 3.2.2.3. Systematisk undersøgelse af ledningsnettet.

#### Distriktsmålinger.

Måling af natforbruget foretages inden for mindre områder af ledningsnettet for at indkredse de områder, hvor det største tab finder sted.

Der etableres en midlertid måling af natforbruget ved at lukke tilgangsledningen til området og på et enkelt sted etablere en forbindelse gennem en vandmåler.

Kapaciteten af vandmåleren må være passende for natforbruget - evt. må målerstedet indrettes med mulighed for omskiftning mellem målere med forskellig størrelse.



Hvis der inden for området findes industrier med natforbrug, må dette samtidig registreres.

Det fundne forbrug i området må så sammenlignes med det normale natforbrug på 2 - 4 l/indbygger pr. time efter områdets karakter.

#### 3.2.2.4. Lokalisering af lækagerne.

Er der fundet et område eller en ledningsstrækning, hvor der må være lækager, kan disses beliggenhed findes ved forskellige metoder, hvoraf aflytning er den mest anvendte. Forudsætningen for, at man kan gennemføre en systematisk aflytning, er viden om ledningernes beliggenhed.

Aflytningen udføres med et specielt elektro-akustisk materiel.

Der skelnes mellem 2 former for aflytning: Ventillytning og terrænlytning.

De mest moderne apparater har indbygget filter til frasortering af baggrundsstøjen. Alligevel må lytning i reglen udføres i de stille nattetimer.

Gennem Dansk Vandteknisk Forening er det muligt at få bistand af en servicevogn indrettet med det nødvendige udstyr for lednings eftersøgning, distriktsmålinger og lækagesøgning.

Tilsvarende undersøgelser udføres af specialfirmaer.

#### Ventillytning.

Ventillytning kan anvendes, hvor rørmaterialet er lydledende, d.v.s. aflytning foretages på ventiler, brandhaner m.v., der er i forbindelse med ledningen.

Hvis der er for langt mellem disse installationer, kan der bores sonder ned til ledningen.

Før aflytning kan foretages, er det undertiden nødvendigt at lokalisere ledning og ventiler m.v. med særligt apparatur (minesøgere etc.).

Er der ved ventillytning fundet en lækage mellem 2 ventiler, kan den nærmere beliggenhed findes ved terrænlytning mellem ventilerne.

### Terrænlytning.

Terrænlytning er den eneste anvendelige metode ved ledninger af lydabsorberende materialer (f.eks. plast).

Denne metode er imidlertid forbundet med større usikkerhed p.g.a. muligheden for falske lyde.

Til terrænlytning anvendes en jordmikrofon, der skal føres midt over ledningen (præcise ledningsplaner er derfor nødvendige). Der findes 2 typer til henholdsvis hårde belægninger (asfalt, beton etc.) og løse overflader ( jord, grus etc.).

### 3.2.2.5. Omkostninger ved lækagelokalisering og reparation.

Den umiddelbare fordel, der er forbundet med ikke at spille større vandmængder, kan overstiges af udgifterne til selve lokaliseringsarbejdet. Jo højere vandtabet i ledningsnettet ligger over de tidligere nævnte 6 - 8%, jo bedre vil det økonomiske udbytte af lokaliseringsarbejdet blive.

### 3.2.3. Muligheder for at reducere vandforbruget ved forebyggelse af lækager.

#### 3.2.3.1. Omhyggeligt tilsyn ved ledningsarbejder.

Mange lækager opstår ved direkte ledningsbrud og kunne have været

undgået, hvis ledningsarbejdet var blevet foretaget under omhyggeligt og kvalificeret tilsyn med lægningsarbejde, samling af rørene og tilfyldning af ledningsgrav. Især bør det sikres, at plastledninger ikke vrides eller sammentrykkes under lægningsarbejdet, fordi materialespændingerne senere vil udløses og medføre brud på ledningen eller i rørsamlingen.

Tilsyn og kontrol er ikke alene nødvendig for at sikre mod brud efter lægningsarbejdet, men er i lige så høj grad påkrævet, hvis andre instanser foretager opgravninger omkring vandforsyningsledninger.

### 3.2.3.2. Valg af optimal vandbehandlingsmetode.

Vandværksvandets kemiske sammensætning har en afgørende indflydelse på, hvorledes vandet vil påvirke ledningsnettet.

Kalkaggressivt vand vil ikke alene kunne korrodere beton- og eternitledninger, men vil også ved en manglende kalkbeskyttende udfældning på ledningens overflade forårsage en hurtigere korrosion af varmforzinkede rør og støbejernsledninger.

Varmforzinkede rør kan perforere ved korrosionen, hvorimod støbejern korroderes jævnt ved grafitering, med misfarvning af vandet til følge.

Det grafiterede lag nedsætter korrosionshastigheden, hvorfor støbejernsledninger selv i aggressivt vand uhyre sjældent ødelægges indefra af korrosion. Derimod angribes de undertiden udefra, se afsnit 3.2.3.3.

Blanding af vandtyper med forskellig kemisk sammensætning kan bewirke, at blandingsvandet bliver aggressivt eller korrosivt. Sker denne sammenblanding i ledningsnettet, kan der opstå korrosionsskader i blandingszonen, især for varmforzinkede rør. For støbejernsrør er effekten kun ringe.

Som led i lækageforebyggelsen for husinstallationer må vandet sikres en tilstrækkelig hårdhed og pH-værdi således, at det er i kalk/kuldioxid-ligevægt eller svagt kalkfældende.

### 3.2.3.3. Valg af ledningsmaterialer.

Der findes en række forskellige materialer, som er anvendelige til fremstilling af vandledninger.

For at ledningerne skal forblive tætte i rimelig lang tid efter lægningen, er der dog for hvert ledningsmateriale en række forudsætninger, som skal opfyldes.

For alle rørmaterialer gælder det, at rørene skal nedlægges i en ledningsgrav, der er befriet for sten og ifyldt et lag grus og/eller sand. Især for stive plastrør gælder det, at de ikke må vrides for at indpasse dem i samlingerne. Selvom det tilsyneladende kan lade sig gøre, kan der opstå spændinger i røret, som senere vil udløses, og røret vil enten revne eller smutte ud af samlingen. Når rørene er nedlagt i ledningsgraven, skal de omhyggeligt pakkes med sand/grus inden jordpåfyldningen.

Det klassiske rørmateriale, støbejern, er et rørmateriale med mange gode egenskaber, og der findes stadig ledningsstrækninger af denne art, der er over 100 år gamle og som fungerer upåklageligt. I jordtyper som blandingsjord (skiftevis lægning i grus, ler, muld), sur jord, slagter m.v. korroderer støbejernsrør undertiden hurtigt og kan derved knække ved de mindste sætninger i jorden. Under sådanne jordbundsforhold bør støbejern kun anvendes, når der samtidig foretages en udvendig katodisk beskyttelse. Det er en forudsætning, at rør, der skal katodisk beskyttes, har en overfladebeskyttelse (bevikling, maling, plastbelægning el.a.) for at reducere strømforbruget, og at samlingerne er udført, så der er elektrisk kontakt fra rør til rør.

Duktilt støbejern, som er mindre skørt end almindeligt støbejern, har nogenlunde samme modstandsdygtighed mod korrosion som ovenfor beskrevet.

Galvaniserede stålrør har tidligere været almindeligt anvendt til stikledninger. Disse kan - på grund af korrosionsproblemer og fremkomsten af bedre egnede rørtyper - ikke anbefales i fremtiden.

Betonledninger til store forsyningsledninger samlet med gummiringe eller (tidligere) blystøbninger har gennem de 50 år, de har været anvendt herhjemme, ikke givet anledning til lækageproblemer.

Eternitrør, der tidligere har fundet udbredt anvendelse, anvendes nu kun i ringe udstrækning. Eternitrørene er især anvendelige i områder med mindre trafikbelastning og under stabile jordbundsforhold.

Plastmaterialer som PVC og PEL og PEH har fundet stigende anvendelse i vandledninger. Undersøgelser over lækagehyppighed ved forskellige materialer til vandledninger har vist, at de tidligste PVC-rør har haft en høj lækagefrekvens. Der er grund til at antage, at disse begyndervanskeligheder er overstået, fordi man har fået forståelse for, at omhyggelig nedlægning er af lige så stor betydning for PVC-rør som for beton, eternit- og støbejernsrør.

Ved nedlægning af PVC-ledninger er det især vigtigt kun at komprimere grus og sand omkring siderne af ledningerne og ikke komprimere gruslaget ovenpå. Ved anvendelse af PVC-rør er det nødvendigt i dimensioneringen af ledningsnettets at tage hensyn til PVC-rørens følsomhed overfor trykstød, der kan opstå f.eks. ved lukning af ventiler eller ved pumpestop.

PEL-rørene, der især anvendes til stikledninger, ser ud til bedre end galvaniserede rør og PVC-rør at kunne klare en del af de jordsætningsproblemer, der ofte er årsag til, at stikledninger knækker. Også før disse rør har der været begyndervanskeligheder med samlinger, der ikke var trækfaste. Selv om disse samlingsproblemer nu synes at være løst, er der dog grund til også at nedlægge dette materiale med stor omhyggelighed. I områder med gasledninger må man være opmærksom på, at eventuel udstrømmende gas kan diffundere ind gennem PEL-rørene, ligesom sådanne rør ikke bør anvendes, hvor de kan komme i forbindelse med olie og benzin - på tankstationer.

PEH-rør er indtil nu fortrinsvis blevet benyttet til ledningsopgaver i områder med særlig vanskelige bundforhold. PEH-rør kan i modsætning til alle de øvrige nævnte ledningsmaterialer nedlægges på blød bund eller igennem søer uden særskilt fundering.

### 3.2.4. Muligheder for at reducere vandforbruget ved reduktion af vandtrykket.

Vandtrykkets direkte indflydelse på vandforbruget ved lækager er vist i fig. 3.2. Samtidig har et mindre vandtryk vist sig at give et lavere vandforbrug hos forbrugerne. Det må derfor tilrådes, at der opretholdes det lavest acceptable vandtryk i ledningssystemerne.

Af hensyn til forsyningen af de højestliggende og fjernestboende forbrugere er der naturligtvis en nedre grænse for vandtrykket. En hensigtsmæssig udformning af ledningsnet og placering af trykforøgeranlæg kan dog muliggøre et mere ensartet og lavere tryk i ledningsnettet.

### 3.2.5. Nuværende forbrug og opnåeligt fremtidigt forbrug på vandværker og i ledningsnet.

Vandforbruget på vandværker til filterskyllning varierer normalt fra 0,5 til 5% af den indvundne vandmængde. For de vandværker, der leverer ca. 50% af vandværksvandet i Danmark, udgør vandforbruget på vandværker i gennemsnit 3%.

Vandforbruget i ledningsnettet til lækager, brandslukning, målerunøjagtigheder m.m. varierer fra 2 til 31% og udgør - for 50% af den fra vandværker leverede vandmængde - i gennemsnit 11% af det udpumpede vand fra vandværkerne.

Idet det skønnes, at de nævnte gennemsnitsprocenter også vil gælde for den øvrige halvdel af vandværksvandet, kan de samlede forbrug bestemmes. Der er foran anført de mulige laveste vandforbrug på vandværker og i ledningsnet til henholdsvis 1% og 6-8%. I nedenstående tabel er anført de skønnede nuværende forbrug og de skønnede opnåelige fremtidige forbrug.

	Nuværende forbrug, <u>mio. m<sup>3</sup>/år</u>	Opnåeligt fremtidigt forbrug <u>mio. m<sup>3</sup>/år</u>
Vandforbrug på værker	15	5
Vandforbrug i ledningsnet	60	30 - 40

### 3.3. Vandforbruget i husholdninger og muligheder for reduktion af vandforbruget.

Vandforbruget i husholdninger kan inddeles i følgende kategorier:

- 3.3.1. Personlig hygiejne
- 3.3.2. Toiletskylning
- 3.3.3. Madlavning og drikkevarer
- 3.3.4. Tøjvask
- 3.3.5. Opvask og rengøring
- 3.3.6. Øvrigt forbrug, herunder utatte installationer
- 3.3.7. Havevanding

I nedenstående tabel er der anført resultatet af en række udenlandske undersøgelser af husholdningsvandforbrug, fordelt på disse kategorier. Danske undersøgelser af fordelingen af husholdningsforbruget på enkeltforbrug er ikke foretaget, men der er i tabel 3.3.6. foretaget et skøn over en sådan fordeling.

Tabel 3.3.1. Husholdningsvandforbrugets fordeling på enkeltforbrug i en række lande.

	1963 Sverige	1965 USA	1967 England	1972 V.Tyskland	1974 USA
	l/pd	l/pd	l/pd	l/pd	l/pd
Personlig hygiejne	55	76	45	-	-
Toiletskylning	50	91	50	37	75
Madlavning drikkevarer	10	5	5	4	-
Tøjvask	20	32	14	17	38
Opvask rengøring	20 <sup>1)</sup>	14 <sup>1)</sup>	14	9	13 <sup>1)</sup>
Øvrigt	10	13	-	2	-
Vanding	-	95	4	5	-

1) kun opvask

l/pd = 1 pr. person pr. døgn.

### 3.3.1. Vandforbrug til personlig hygiejne.

Direkte undersøgelser af vandforbruget til den personlige hygiejne foreligger ikke herhjemme. Et indirekte skøn over vandforbruget til badning kan fås ved at undersøge vandforbruget i ældre ejendomme uden centralvarme og bad, og i moderne, med sådanne faciliteter. I København er der foretaget en registrering af vandforbruget i 13.000 lejligheder med og uden centralvarme. Undersøgelser har vist et årligt vandforbrug på 130 m<sup>3</sup> pr. lejlighed med centralvarme og 90 m<sup>3</sup> pr. lejlighed uden centralvarme. Undersøgelsen har ikke registeret personantallet i lejlighederne. I København er gennemsnitstallet pr. lejlighed ca. 2 personer. Forudsættes det samme antal beboere pr. lejlighed i de to typer lejligheder, må forskellen i vandforbrug på ca. 60 l/pd i stor udstrækning tillægges vandforbrug til badning. Svenske undersøgelser af befolkningens badevaner har givet et vandforbrug på 55 l/pd. Samtidig har man skønnet et vandforbrug til øvrig personlig hygiejne på 15 l/pd. Det samlede vandforbrug til personlig hygiejne bliver derfor 70 l/pd. Det synes som følge af overensstemmelse mellem det svenske og danske badevandsforbrug rimeligt at skønne vandforbruget til personlig hygiejne til 70 l/pd i Danmark.

### Muligheder for besparelser.

Nedsættelse af badefrekvensen som led i vandbesparende foranstaltninger er ikke ønskelig af hygiejniske grunde. Derimod er en ændring af badevanerne, således at et karbad, hvortil der bruges ca. 200 l vand, erstattes af et brusebad med et forbrug på 50 - 100 l vand, i høj grad ønskeligt. Yderligere reduktion i vandforbruget kan ske ved anvendelse af armaturer, der hurtigt sikrer den rette badetemperatur, så unødigt spild af vand til indstilling af den rette temperatur kan undgås.

Anvendelse af brusere med et stort antal huller med evt. samtidig luftindtag kan være vandbesparende. I de dele af Danmark, hvor vandet er hårdt, er der dog risiko for hurtig tilstopning. Sådanne brusere bør derfor indrettes med nem adgang for afmontering og afkalkning.



### 3.3.2. Vandforbrug til toiletskylning.

Gennem en længere årrække har danske toiletter været justeret til at anvende 8 l skyllevand. Nyere typer specielt udviklet til at give en effektiv skylning med kun 6 l vand er ved at vinde indpas i nybyggeriet.

Undersøgelser af antal skylninger pr. person og døgn foretaget i Sverige har vist, at der i boligen som gennemsnit må regnes med 4 - 5 skyl/pd. Kan disse værdier overføres til danske forhold, vil det medføre et døgnforbrug til toiletskylning varierende mellem 24 og 40 l/pd afhængigt af toiletterne. Et skøn for det nuværende gennemsnitlige forbrug må være 40 l/pd.

#### Muligheder for besparelser.

En reduktion af vandforbruget for eksisterende toiletter med 8 l skyl er ikke umiddelbart muligt. Sådanne toiletter vil ikke kunne skylle effektivt hver gang, hvis vandmængden reduceres f.eks. til 7 l. Ekstra skylning på grund af utilstrækkelig udskylning vil snarere øge det totale vandforbrug til toiletskylning. Det kan derfor ikke anbefales f.eks. at lægge mursten i cisternen. Det vil derimod være hensigtsmæssigt at justere svømmerventilen for at sikre, at der ikke bruges mere end 8 l pr. skyl.

Ønsker man at nedsætte skyllevandsforbruget, må toilettet udskiftes til en type, der skyller effektivt med 6 l. En større reduktion af vandforbruget til toiletskylning end de nævnte 6 l kan ikke påregnes i områder, hvor spildevandsinstallationer er udført efter traditionelle principper. Vandet har også en transportfunktion i spildevandsinstallationerne, og med de almindeligt anvendte fald vil muligheden for tilstopning øges stærkt, hvis toiletskyll bliver mindre end 6 l.

I sommerhusområder med f.eks. samletanke eller nedsivningsanlæg vil anvendelse af toiletter med 2 - 3 l skyl medføre en betydelig vandbesparelse. Det er dog en forudsætning, at afløbssystemet er dimensioneret med tilstrækkeligt stort fald.

### 3.3.3. Vandforbrug til madlavning og drikkevarer.

Vandforbruget til madlavning og drikkevarer er i de nævnte udenlandske undersøgelser angivet til 4 - 10 l/pd. Det synes rimeligt at anvende det svenske skøn for dette forbrug på 10 l/pd for Danmark. Der er næppe mulighed her for større vandbesparelser.

### 3.3.4. Vandforbrug til tøjvask.

Mængden af tøj, der vaskes i Danmark, er skønnet at udgøre ca. 150 - 200 kg pr. person pr. år. Hvorledes fordelingen af denne tøjmængde er på maskinvask og håndvask er ikke undersøgt i Danmark. I Sverige er fordelingen i vægtprocent opgjort til 80% maskinvask og 20% håndvask. Ser man på vaskemulighederne i Danmark, må 20% af tøjmængden anses for at være et rigeligt højt skøn for vask i hånden.

Vaskemulighederne i Danmark er skønsmæssigt ansat således:

Vask i egen maskine .....	ca. 60% af husstandene
Vask i ejendommens maskine .....	ca. 20% af husstandene
Møntvaskerier .....	ca. 10% af husstandene
Vaskeri .....	ca. 10% af husstandene

#### 3.3.4.1. Vandforbrug til vask i hånden.

Vandforbruget til vask i hånden vil almindeligvis være højere pr. kg tøj end vandforbruget til maskinvask. Svenske undersøgelser har vist, at vandforbruget ved vask i hånden udgør ca. 60 l/kg tørt tøj, mens det i Tyskland angives til 60 - 75 l/kg tørt tøj.

#### 3.3.4.2. Vandforbrug til maskinvask.

Vandforbruget ved maskinvask er meget varierende og afhænger af maskinefabrikat og af maskinens fyldningsgrad.

Vaskemaskiner til husholdningsbrug.

Nedenfor er anført en række målte vandforbrug på fuldautomatiske husholdningsvaskemaskiner.

Tabel 3.3.2.

Vandforbrug til fuldautomatiske husholdningsvaskemaskiner, der af Statens Husholdningsråd er bedømt til at have gode vaske- og skylleegenskaber. Undersøgelser fra 1974 og 1975.

Maskine nr.	Total vandforbrug til vask i liter		
	kogevask v. 95° C	kulørt vask v. 60° C	finvask v. 30° C
1	97	80	65
2	137	90	113
3	146	111	114
4	115	84	76
5	129	128	137
6	143		80
7	204	206	207
8	145	92	89
9	140	105	105
10	120	161	163
11	130	100	99
12	160	99	96
13	160	158	142

Vandforbruget varierer på samme maskine ved de forskellige programmer. Nogle gange er vandforbruget højere ved de lavere vasketemperaturer, andre gange lavere. I tabel 3.3.3. er anført vandforbruget pr. kg tørt tøj, når maskinen er fyldt så meget, at der opnås et godt vaske- og skylleresultat.

Gennemsnitsvandforbruget for de mest solgte typer udgør ca. 45 l/kg tørt tøj.

Ved alle de foretagne undersøgelser har der ikke kunnet påvises nogen sammenhæng mellem vandforbrug og vaske- og skylleevne.

Den maskine, der havde det laveste vandforbrug, vaskede lige så godt som den maskine, der havde det største vandforbrug.

Tabel 3.3.3. Vandforbrug pr kg tørt tøj ved fyldt maskine  
(samme vaskemaskiner som er anført i tabel 3.3.2.)

Maskine nr	Vandforbrug l pr. kg tørt tøj ved fyldt maskine		
	kogevask v. 95° C	kulørt vask v. 60° C	finvask v. 30° C
1	32	47	38
2	47	64	45
3	47	48	48
4	40	53	48
5	42	61	65
6	46		40
7	62	40	40
8	48	42	40
9	47	39	39
10	40	58	63
11	39	36	34
12	57	37	37
13	52	79	49

#### Vaskemaskiner i boligkomplekser.

Vandforbruget til automatiske vaskemaskiner i boligkomplekser vil også være ca. 40 l/kg tørt tøj, såfremt maskinerne benyttes med fuldt udnyttet kapacitet. Men som følge af størrelsen (beregnet til 5-6 kg tørt tøj) må der forventes en mindre fyldningsgrad end for husholdningsmaskinerne.

Vandforbruget til ikkeautomatiske vaskemaskiner i boligkomplekser kan ikke angives særligt nøjagtigt. Dels er vaskemaskinerne betydelig større end husholdningsmaskiner med deraf følgende risiko for, at maskinen vasker med lav fyldningsgrad, dels er vandmængden, der anvendes, mere afhængig af den enkeltes mening og vaner end af den mængde vand, fabrikanten anser for passende.

Såfremt maskinerne benyttes med fuldt udnyttet kapacitet (8 - 10 kg tørt tøj) vil vandforbruget udgøre ca. 40 l/kg tørt tøj.

#### Vaskemaskiner på møntvaskerier.

Vandforbruget er i større udstrækning end i husholdningsmaskinerne søgt optimeret på disse maskiner. Vandforbruget med fuldt udnyttet kapacitet udgør ca. 30 l/kg tørt tøj.

#### Vaskemaskiner på vaskerier.

Optimering af vandforbruget til tøjvask bevirker ligesom vask på møntvaskerier et forholdsvis lavt vandforbrug. Vandforbruget er normalt ca. 30 l/kg tørt tøj. Ca. halvdelen af det tøj, der vaskes på vaskerier, vaskes i maskiner med modstrømsanlæg. Vandforbruget kan dermed reduceres til 15 - 20 l/kg tørt tøj.

#### 3.3.4.3. Skøn over det gennemsnitlige vandforbrug til vask i Danmark.

Med den nuværende fordeling af vaskemuligheder og en tøjmenge på 150 - 200 kg/pr. år skønnes det gennemsnitlige daglige vandforbrug til vask at være ca. 30 l/pd.

#### 3.3.4.4. Vandbesparelser ved tøjvask.

Den mest enkle måde at reducere vandforbruget til tøjvask er at sørge for altid at udnytte kapaciteten af vaskemaskinerne fuldt ud. Derfor er det et vigtigt spørgsmål om de maskinstørrelser, der er på markedet, også passer til forbrugernes behov. En rimelig løsning på dette spørgsmål er, at vaskemaskiner af sædvanlig husholdningsstørrelse (til ca. 3 kg tøj) indrettes med variabel vandstand afpasset efter maskinens fyldningsgrad.

Vandbesparelser på lang sigt vil bl.a. kunne opnås ved at henlede fabrikanternes opmærksomhed på de enkelte vaskemaskiners vandforbrug. Det bør samtidig undersøges, om der foretages et unødigt højt antal skylninger.

Som det fremgår af tabel 3.3.3. er vandforbruget pr. kg tøj på de nuværende vaskemaskiner meget forskelligt, ca. 30 - 80 l/kg tørt tøj. Da vaskeresultatet har vist sig at være ens for vandforbrug på 30 og 80 l/kg tørt tøj, må det anbefales at vælge maskiner med lavest muligt vandforbrug. Da den nuværende dækning med vaskemaskiner allerede er ca. 60%, vil en nedsættelse af vandforbruget pr. kg tørt tøj først give mærkbart resultat efter en vis årrække.

Vandforbruget på møntvaskerier og vaskerier er som omtalt væsentlig lavere end i husholdningerne. Der er imidlertid muligheder for yderligere besparelser ved at genanvende skyllevandet. Derved er det muligt at nå et vandforbrug på 10 l/kg tørt tøj.

Med de foreslåede foranstaltninger skulle det være muligt at reducere det gennemsnitlige vandforbrug til vask med ca. 30% i løbet af en årrække til ca. 20 l/pd.

### 3.3.5. Vandforbrug til opvask og rengøring.

#### 3.3.5.1. Vandforbrug til opvask.

I Danmark vasker ca. 90% af husstandene op i hånden, mens ca. 10% har opvaskemaskine.

Vandforbruget til manuel opvask kan ifølge svenske kilder for 4 personer opgives således:

30 l ved opvask og skylning i baljer  
 60 -90 l ved opvask i balje og skylning i rindende vand  
 150 l ved opvask og skylning i rindende vand

Sammenlignende undersøgelser mellem vandforbruget til håndopvask og maskinopvask er ikke foretaget, hverken i Sverige eller i Danmark. Det er derfor vanskeligt at sammenligne ovennævnte vandforbrug for manuel opvask med nedenstående vandforbrug i en række opvaskemaskiner. Med mindre der vaskes op i baljer er det rimeligt at antage, at vandforbruget til opvask ikke stiger ved anvendelse af opvaskemaskiner, i forhold til vandforbruget ved manuel opvask, hvis det sikres, at opvaskemaskinens kapacitet udnyttes fuldt ud.

Tabel 3.3.4.

Undersøgelse af vandforbruget til opvaskemaskiner, der af Statens Husholdningsråd er bedømt til at have gode eller særdeles gode opvaskeegenskaber.

Maskine nr.	Vandforbrug på længste normal program, l	Antal kuverter	Vandforbrug pr. kuvert l
1	58	10	5,8
2	71	8	8,9
3	82	10	8,2
4	43	10	4,3
5	73	9	8,1
6	62	9	6,9
7	50	9	5,6

Resultaterne af undersøgelsen viser en stor spredning i opvaske-maskinernes vandforbrug. Der er ikke påvist nogen sikker sammenhæng mellem vandforbrug og opvaskeevne, men det ser ud til at den maskine, der har det laveste vandforbrug, samtidig giver det bedste opvaskeresultat.

### 3.3.5.2. Vandbesparelser ved opvask.

Oplysningerne om vandforbruget til manuel opvask viser, at der bruges store vandmængder til opvask under rindende vand. Besparelser vil derfor bestå i at indskrænke brugen af rindende vand mest muligt, d.v.s. ved opvask i baljer.

Den bedste måde at sikre et lavt vandforbrug til maskinopvask er at vælge en opvaskemaskine med et lavt vandforbrug, der i kapacitet svarer til den mængde service, man ønsker at vaske op ad gangen. Derved bliver det muligt at udnytte maskinens kapacitet hver gang, den anvendes.

Er opvaskemaskinen anskaffet, er forbrugerens eneste mulighed for vandbesparelser at vente med at starte maskinen til den er helt fyldt. Det er derfor vigtigt for besparelser i det fremtidige vandforbrug at fabrikanterne gøres opmærksom på det rimelige og ønskelige i, at opvaskemaskiner konstrueres til lavest mulige vandforbrug.

#### 3.3.5.3. Vandforbrug og vandbesparelser ved rengøring.

Det gennemsnitlige daglige vandforbrug til rengøring skønnes kun at udgøre en ringe mængde af størrelsesorden 2 - 5 liter pr. person.

Det er ikke rimeligt at antage, at der kan foretages besparelser indenfor dette forbrug, idet der næppe er interesse for at indskrænke den hjemlige hygiejne.

#### 3.3.5.4. Nuværende og fremtidige vandforbrug til opvask og rengøring.

Det er skønnet at det gennemsnitlige daglige vandforbrug til opvask og rengøring udgør ca. 40 l/pd, og at det ved anvendelse af de ovennævnte besparelsesforslag er muligt at reducere vandforbruget til 25 l/pd.

#### 3.3.6. Øvrigt vandforbrug.

Til det øvrige vandforbrug henregnes bl.a. vand, der spildes i utætte installationer, vand til bilvask og vand til vanding af stueplanter.

Større spild i utætte installationer hører i private husholdninger næsten altid sammen med utætte wc-cisterner. Det kan være svært at opdage dette spild, da det hyppigt ikke medfører u-middelbare gener. Det kan oplyses, at der foranlediget af et stort vandforbrug i en række ejendomme i København blev foretaget en undersøgelse. Det konstateredes, at hvert femte toilet var utæt, og at vandspildet i gennemsnit havde været 1400 l pr. toilet pr. døgn. I løbet af et år vil prisen herfor svare til prisen for et nyt toilet.



Det er vanskeligt at foretage en realistisk vurdering af størrelsen af "øvrigt vandforbrug" i Danmark. På basis af værdierne i tabel 3.3.1. skønnes det til ca. 10 l/pd.

#### Vandbesparelser.

Vandbesparelserne ved de utætte installationer består primært i en hurtig udbedring af utætheden. Er forbrugerne ikke bevidste over for disse vandspild, kan der selv med en meget omhyggelig vandforsyning, der påtaler øget vandforbrug, gå meget lang tid, før en utæthed i f.eks. toiletter bliver repareret. Det bør anbefales, at forbrugerne får foretaget en årlig undersøgelse af toiletcisternens tæthed. Det kan gøres ved at anbringe et stykke tørt papir i bagsiden af den aftørrede toiletkumme og se, om papiret bliver vådt, eller ved at komme lidt farve i toiletcisternen og se efter farvede striber i toiletkummen.

Der bør endvidere sættes ind på forebyggelse af sådanne utætheder ved udvikling af hensigtsmæssige systemer, der ikke er følsomme overfor kalk, og ved anvendelse af materialer, der er bestandige over for den aktuelle vandtype.

Ved såvel nyinstallationer som udskiftninger af gamle vandhaner anbefales det at montere afspærringsventiler på koblingsledningerne til vandhanerne, således at vandhanerne bliver nemmere at vedligeholde og reparere.

### 3.3.7. Vandforbrug til havevanding.

Vandforbruget til havevanding er ikke muligt at opgøre nøjagtigt. Det er imidlertid muligt at få et indtryk af størrelsesordenen, når vandforbruget i Københavns kommune, hvor antallet af haveejere er meget begrænset, sammenlignes med vandforbruget i omegnskommunerne, der får leveret vand fra Københavns Vandforsyning. I fig. 3.3. er afbildet de ugentlige vandforbrug i % af gennemsnitsugeforbruget i 1975 i omegnskommunerne og i Københavns kommune. Stigningen i vandforbruget bliver særlig markant, ca. 40% i omegnskommunerne i maj og juni, for derefter at falde i feriemåned juli og atter stige i august måned. Vandforbruget stiger også ca. 10% i Københavns kommune i de tilsvarende sommerperioder. Differencen på 30% ugentlig stigning, som sker i omegnskommunerne, må i vid udstrækning henføres til havevanding.

På samme fig. 3.3. ses en kurve for det ugentlige vandforbrug i % af gennemsnitsugeforbruget i 1976 i Søllerødkommune, der i endnu større udstrækning end i de omegnskommuner som Københavns Vandforsyning leverer til, forsyner parcelhusområder. Der er ingen vandingsrestriktioner i disse kommuner.

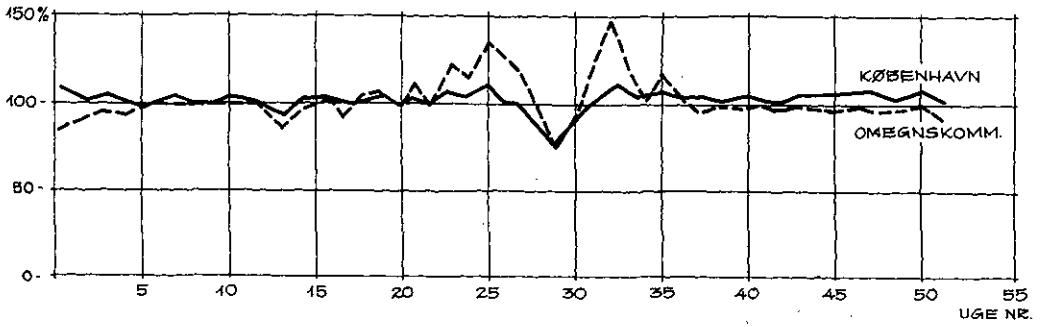
Ud fra de viste tre kurver fås som gennemsnitsværdi i en ca. 10 ugers sommerperiode med stort vandingsbehov et "havevandingsforbrug" svarende til 40 l/pd eller ca. 8 l/pd fordelt på hele året.

På årsbasis udgør et vandforbrug af denne størrelse kun en mindre del af det samlede vandforbrug og har derfor generelt ikke så stor betydning for vandressourcerne. Derimod nødvendiggør den kraftige forøgelse af vandforbruget i sommermånederne en stor reservekapacitet på vandværkerne.

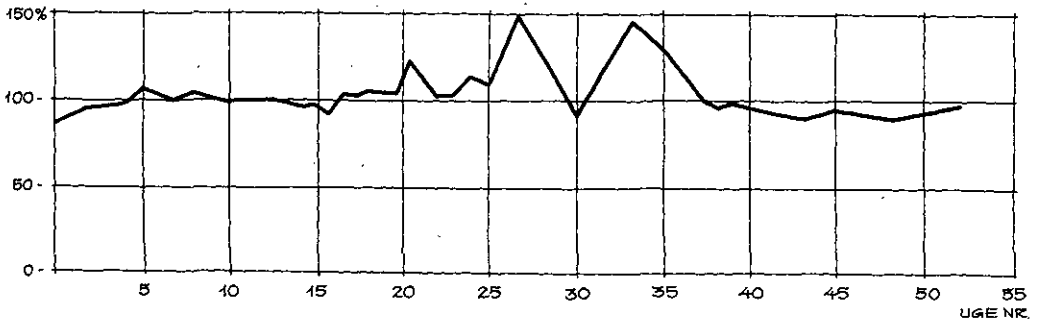
I sommerhus- og turistområder kan havevanding i særlig grad påvirke spidsbelastningen. På fig. 3.3. er endvidere vist det ugentlige vandforbrug for 1975 i % af gennemsnitsforbruget for et sommerhusområde i Asserbo.

## VANDFORBRUG PÅ VANDVÆRKER

UGEFORBRUG I PROCENT AF GENNEMSNITSUGE I KØBENHAVN OG OMEGNSKOMMUNER 1975



UGEFORBRUG I PROCENT AF GENNEMSNITSUGE I SØLLERØD 1976



UGEFORBRUG I PROCENT AF GENNEMSNITSUGE I ASSEKBO 1975

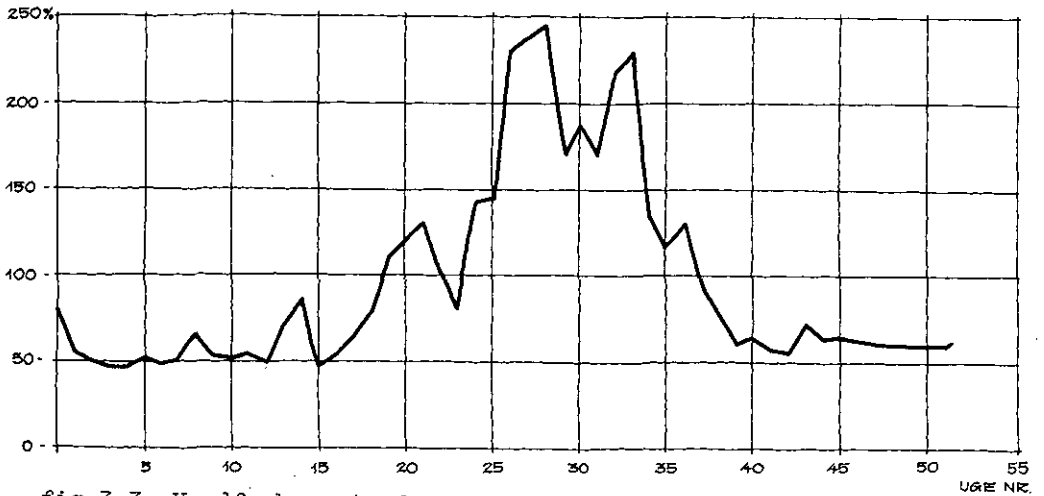


fig 3.3. Vandforbrugets fordeling over året.

### 3.3.7.1. Jordens sammensætning og struktur.

For en given beplantning afhænger vandingsbehovet af mængden af tilgængeligt vand i jorden, idet en stor tilgængelig vandmængde medfører, at selv relativt lange tørkeperioder ikke medfører skader på planterne.

Mængden af tilgængeligt vand i jorden om foråret afhænger af jordens sammensætning og struktur, idet den består af forskellen mellem den vandmængde, der findes i jorden, når nedsvivningen til de dybere liggende jordlag ophører - markkapaciteten - og den vandmængde, der på grund af en meget kraftig binding til jordpartiklerne må betragtes som utilgængelig for planter.

Generelt gælder det, at jo større indholdet af ler og organisk stof er i jorden, desto større er mængden af tilgængeligt vand. Mængden varierer normalt mellem 1 og 2 mm tilgængeligt vand pr. cm jorddybde. I tabel 3.3.5. er angivet indholdet af tilgængeligt vand i jord af forskellig sammensætning.

Tabel 3.3.5. Tilgængeligt vand i rodzonen.

Jordtype	% ler med kornstørrelse < 0,002 mm	mm vand til dybde			
		25 cm	50 cm	75 cm	100 cm
Sandjord	0 - 5	45	60	75	
Lerbl. sandjord	5 - 10	50	75	100	
Sandbl. lerjord	10 - 15	55	90	125	160
Lerjord	15 - 25	60	105	150	195
Svær lerjord	25	65	115	165	215

Imidlertid er det ikke alene jordens indhold af tilgængeligt vand, der har interesse, men i lige så høj grad planternes mulighed for at udvikle rødder til stor dybde, således at det jordvolumen, hvorfra vandet kan optages, bliver så stort som muligt. Her spiller jordens sammensætning ind, idet plantevækstens rodtybde normalt bliver mindst i sandjord (ca. 50 cm) og størst i lerjord (ca. 100 cm). Herved bliver der en meget betydelig forskel mellem den tilgængelige vandmængde i rodzonen i forskellige jordtyper, fra 50 mm i sandjord til 200 mm i lerjord, jfr. tabel 3.3.5.

Jordstrukturen, d.v.s. om jorden er sammenpresset eller løsnet, har næsten ingen betydning for den tilgængelige vandmængde pr. cm jorddybde. Derimod har den betydning for rodudviklingen, idet planternes rødder vanskeligt kan trænge ned i hårdt komprimerede jordlag. Det er et problem, som ses i haver, når der i forbindelse med byggeri sker en ret kraftig sammenpresning af de øverste jordlag. Når der bagefter udlægges 20 - 30 cm muld, eller jorden løsnes til samme dybde, vil planternes rodudvikling være begrænset til denne dybde, og den tilgængelige vandmængde til derfor være meget begrænset.

#### Muligheder for ændring af jordens sammensætning og struktur.

Mens det under normale dyrkningsforhold i landbruget er praktisk umuligt at foretage justeringer af jordens sammensætning med henblik på at opnå et større vandindhold i jorden, skulle en justering til et optimalt ler/sand forhold i havernes bede være mulig. Indholdet af organisk stof har som nævnt en vis betydning for jordens vandbindingsevne. Mens en justering af ler/sand forhold er en engangsforeteelse, må tilførslen af organisk stof i form af kompost eller spagnum foretages med jævne mellemrum, da der sker en løbende nedbrydning af det organiske stof i jorden.

En løsning af sammentrykte jordlag under muldlaget er en både kostbar og besværlig proces. Det er derfor af stor betydning for havens senere vandbehov, at der i forbindelse med byggeri og lign. foretages en løsning af sammenkørte jordlag og fjernelse af eventuelt byggeaffald, før der udlægges muldlag.

### Planternes følsomhed over for tørke.

Der er mulighed for at reducere eller undgå havevanding ved at vælge planter efter deres evne til at tåle tørkeperioder. Nogle planter f.eks. roser har en dyb rodudvikling og kan derved udnytte en stor del af vandindholdet i jorden. Nogle planter er i stand til at økonomisere med vandet i længere tørkeperioder f.eks. i kraft af deres lådne, voksbelagte blade, mens andre planter er i stand til at oplagre vand (saftplanter) og derved undgå at visne i tørkeperioder.

### 3.3.7.2. Optimal udnyttelse af vandingsvandet.

Såfremt de foreslåede ændringer i jordens sammensætning og plantervalg ikke alene er tilstrækkelige foranstaltninger, og der derfor er behov for vanding, må vandingsvandet søges udnyttet optimalt.

### Vandingshyppighed.

Det er en god vandingsmetode at sørge for kun at foretage enkelte grundvandinger. De bør starte i slutningen af maj - begyndelsen af juni og afhængig af tørke, bør de måske gentages i juli, hver gang med en vandingsmængde svarende til 20 - 40 mm regn, d.v.s. 20 - 40 l/m<sup>2</sup>. Med denne vandingsform sikres en dyb rodudvikling hos planterne og dermed større mulighed for at udnytte jordens naturlige vandindhold. Foretages "sjatvanding", som mange haveejere gør det, vil det bevirke en rodudvikling i ringe dybde og dermed dårligere mulighed for at udnytte jordens vandindhold.

### Vandingstidspunktet.

Det tidspunkt, vandingen foretages på, er ganske afgørende for, hvor stor en del af det forbrugte vand, der kommer planterne til gode, og hvor meget der går til spilde ved fordampning. Den største udnyttelsesgrad af vandingsvandet fås ved at vande om aftenen, efter at duggen er faldet, og om natten. Det må derfor anbefales at udnytte disse tidsrum ved at foretage vandingen efter kl. 20.00.

3.3.8. Nuværende forbrug og opnåeligt fremtidigt vandforbrug i husholdninger.

Husholdningsvandforbruget er efter de omtalte mængder til enkeltforbrugerne opstillet for en gennemsnitsperson i en bolig af 1976-standard i tabel 3.3.6. sammen med vandforbruget, som det kunne være, hvis der var anvendt de mest vandbesparende installationer.

Tabel 3.3.6. Nuværende og opnåeligt fremtidigt vandforbrug.

1976	Nuværende gennemsnit l/pd	Opnåeligt gennemsnit l/pd
Personlig hygiejne	70	50
Toiletskylning	40	30
Tøjvask	30	20
Opvask og rengøring	40	25
Mad og drikke	10	10
Øvrigt	10	5
VANDING (TØRE PERIODEK OP TIL 40)	8	
SAMLET FORBRUG PR. PERSON PR. DAG:	200 20%	140

Havevanding er ikke medregnet i disse gennemsnitsforbrug. I en tør sommerperiode kan vandforbruget til havevanding på dagbasis forøge husholdningsvandforbruget med op til 100%, og kan som ugegennemsnit betyde en forøgelse af vandforbruget på ca. 20%.

#### 4. Administrative muligheder for at reducere vandforbruget.

De i tidligere afsnit nævnte ændringer i de tekniske installationer giver mulighed for vandbesparelser, som er en nødvendig forudsætning for at kunne reducere vandforbruget på en lang række områder. Det er imidlertid ikke tilstrækkeligt til at sikre, at der vil ske vandbesparelser fremover. I det følgende afsnit skal nævnes metoder, der kan medvirke til, at sådanne tekniske muligheder også får lejlighed til at fungere.

##### 4.1. Installation af vandmålere i de enkelte boliger.

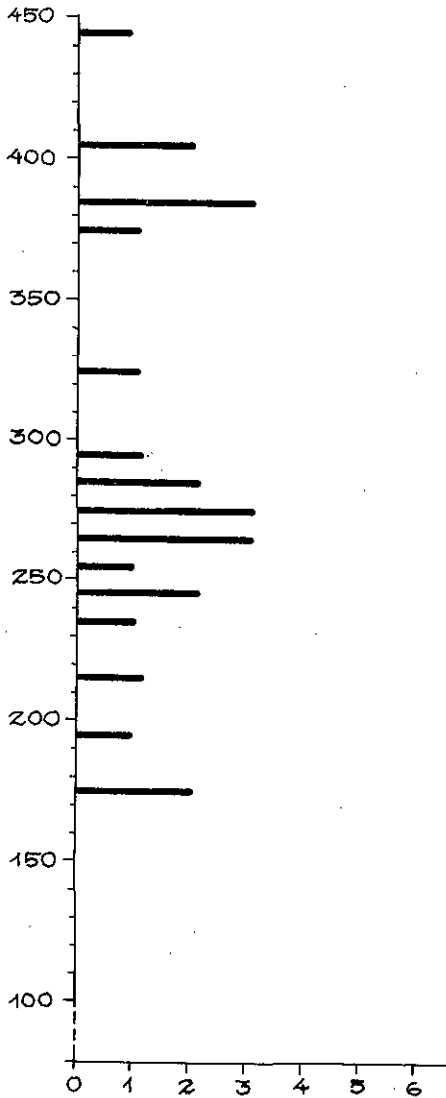
Som tidligere omtalt i afsnit 3.2. er der en markant forskel på vandforbrug hos de forbrugere, der har installeret vandmålere, og de, der ikke har. På fig. 4.1., der viser en sammenstilling af husholdningsforbruget i byer med og uden installation af vandmålere, er forskellen i det gennemsnitlige husholdningsforbrug pr. indbygger søgt tydeliggjort. Selv om der i vandforbruget til husholdninger uden målere er indkalkuleret det såkaldte "tab i ledningsnettet", (se afsnit 3.2.1.) er forskellen alligevel stor. Denne forskel viser sig på trods af, at der i den sammenlignende opstilling af husholdningsvandforbrug i forbrugergruppen med målere også er en række forbrugere, der bor i lejligheder, hvor husholdningsvandforbruget ikke måles hos den enkelte forbruger.

Undersøgelser i England, Holland og Sverige har alle vist, at installation af vandmålere medførte lavere vandforbrug. Når de fleste vandværker alligevel har undladt at installere målere hos forbrugerne, skyldes det, at vandmålere især for de mindre private vandværker kan være en ulempe. Prisen for installation, vedligeholdelse og aflæsning kan være så høj, at der ikke er en umiddelbar økonomisk fordel for forbrugerne ved at foretage målerinstallation. Dette er imidlertid en kortsigtet betragtning. Hvis man ved indførelse af vandmålere kan opnå en nedgang i forbruget og en udskydelse af investeringen i et nyt vandværk, er der økonomisk grundlag for at indføre vandmålere i samtlige ejendomme.



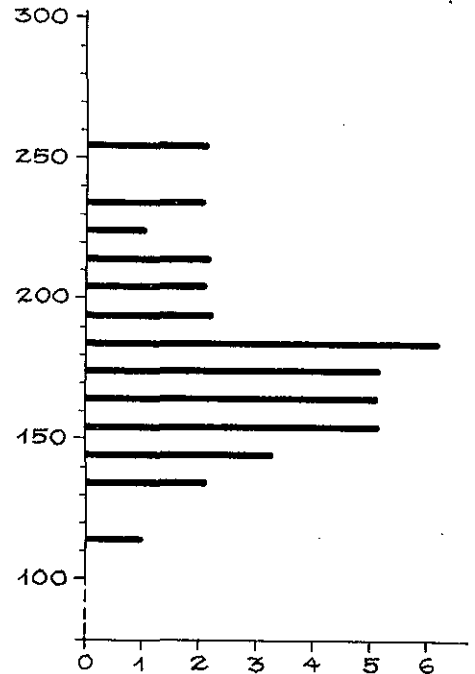
# VANDFORBRUG I HUSHOLDNINGER

LITER PR. DØGN PR. PERSON



ANTAL VANDVÆRKER AF 25  
UDEN MÅLING AF HUSHOLD-  
NINGSFORBRUGET.

LITER PR. PERSON PR. DØGN



ANTAL VANDVÆRKER AF 38  
MED MÅLING AF HUSHOLD-  
NINGSFORBRUGET.

Fig. 4.1. Vandforbrug i husholdninger fra vandværker med og uden måling af forbruget.

Vandforsyningsloven giver de enkelte vandværker hjemmel til at kræve vandmåling hos deres forbrugere, idet krav om en sådan forbrugsmåling kan fastsættes i de respektive vandværkers regulativer. Indførelse af vandmåling giver mulighed for at måle tabet i ledningsnettet og øger derved vandværkets mulighed for en bedre lækagekontrol. Samtidig vil unødigt stort vandspild i form af lækager, utætte wc-cisterner o.lign. hos de enkelte forbrugere kunne opdages ved de regelmæssige årlige aflæsninger og bringes til ophør inden for en kortere periode. Da der ud fra de foreliggende oplysninger synes at være en rimelig stor vandbesparelse at hente, og der samtidig er mulighed for en sikrere lækagekontrol må vandværkerne opfordres til at indføre målere hos forbrugerne og især gøre det ved nyetablering af vandværker.

#### 4.2. Vandprisens betydning.

Den almindelige anvendte metode til at reducere et forbrug gennem forøgelse af prisen er kun i begrænset omfang brugbar, når det gælder forbruget af vand. Ved alle de vandværker, hvor vandforbruget ikke måles, og hvor forbrugerne betaler en fast afgift, er der intet incitament til at begrænse vandforbruget.

Muligheden for en reduktion i vandforbruget som følge af vandprisen vil også afhænge af, på hvilken måde prisen beregnes. Prisen for vand består almindeligvis af en fast årlig afgift og en vandmængde afhængig afgift. Er vandprisens faste årlige afgift af ringe størrelse, er den årlige vandudgift proportional med den leverede vandmængde. Under disse vilkår kan det være økonomisk fordelagtigt for forbrugeren at reducere sit vandforbrug. Udgør den faste årlige afgift derimod en væsentlig del af den årlige vandudgift, nærmer forholdene sig vandværker, der ikke har måling af vandforbrug.

Muligheden for ad prismæssig vej at kunne reducere vandforbruget vil derfor forudsætte en måling i den enkelte ejendom og en vandpris, der er rimelig proportional med den vandmængde, der er leveret.

For en række danske vandværker, hvor denne forudsætning er opfyldt, er der i nedenstående figur 4.2. afbildet vandforbrug til husholdninger i liter pr. person pr. døgn i forhold til prisen pr.  $m^3$  for vand og vandafledning. Det vil fremgå af de markerede punkter, at vandforbruget ikke fremviser nogen udpræget prismæssig afhængighed af den vandpris, det er almindeligt at betale for dansk vandværksvand. Dette udelukker dog ikke, at vandforbruget i husholdninger kan udvise en prismæssig afhængighed ved en væsentlig højere vandpris.

### HUSHOLDNINGSFORBRUG

l pr PERSON pr DØGN

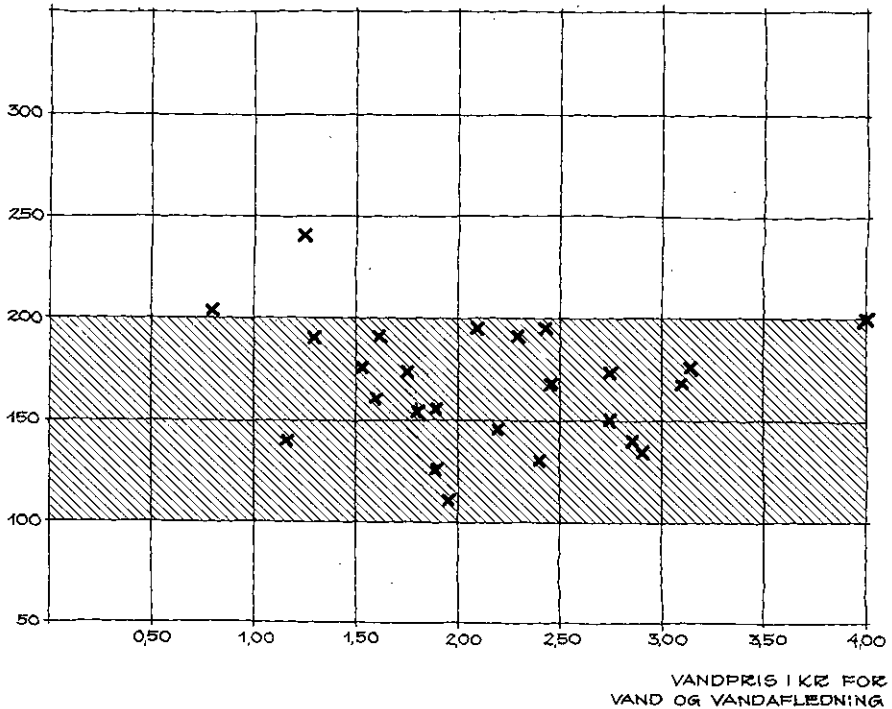


fig. 4.2. Vandprisens betydning for vandforbruget.

## 5. Lovgivningsmæssige muligheder for at reducere vandforbruget

### 5.1. Nuværende lovgrundlag.

Vandforsyningslovens § 54 og § 57 giver hjemmel til i et regulativ at fastsætte regler for omfanget af retten til forsyning fra vandforsyningsledningerne. Der er udarbejdet "normalregulativ for offentlige vandværker", december 1975 og "Dansk Ingeniørforenings anvisning i udarbejdelse af regulativer for private vandværker", september 1974. Enslydende for disse regulativer er følgende bestemmelse med hjemmel i vandforsyningslovens § 53:

1. Kommunen (vandværket) kan, uden at der fra nogen side kan gøres krav på erstatning herfor, træffe foranstaltninger til indskrænkning af vandforbruget eller visse dele af det, når den finder, at vandværkets drift gør det nødvendigt.

2. Vandspild må ikke forekomme. Det er ikke tilladt at lade vandhaner løbe til ingen nytte, enten det sker forsætligt eller ved skødesløshed, og i det hele taget at benytte vand til andet formål end det, der med rimelighed kan antages at finde sted for de af kommunen (vandværket) tilladte installationer.

Anvendelse af rindende vand til køleformål må ikke finde sted, med mindre der er givet særlig tilladelse hertil af kommunen (vandværket).

Overtrædelse af disse bestemmelser straffes efter vandforsyningslovens § 66 med bøde.

3. Såfremt vandspild foregår fra ledning uden måler, kan forbruget forlanges betalt af grundejeren udover den almindelige vandafgift. Forbruget vil i så tilfælde blive fastsat ved kommunens (vandværkets) skøn.

Den førstnævnte bestemmelse anvendes i stor udstrækning ved regulering af eller eventuelt forbud mod havevanding.

## 5.2. Muligheder for yderligere begrænsning af vandforbruget.

Ønsker om yderligere muligheder for ad lovgivningens vej at opstille begrænsninger i vandforbruget vil især kunne omfatte krav om deklaration af maskiners/installationers vandforbrug og krav til maskiners/installationers maksimale vandforbrug.

Der er ikke i øjeblikket mulighed for at kræve deklaration af installationers vandforbrug på samme måde som energiforbruget angives. Forbrugerne skal, som det er nu, gøre en stor indsats for at få oplyst vandforbruget. I det omfang, der blev krævet deklaration, ville det blive væsentlige lettere for forbrugeren at vælge installationer med lavest mulige vandforbrug.

Maksimalgrænser i forskellige maskiner/installationer vil være et udmærket middel til at begrænse vandforbruget, hvis det sikres, at disse maksimumsgrænser sættes tilstrækkeligt lavt. Fastsættelsen af grænseværdier vil altid være et kompromis mellem forskellige interesser, sålænge en katastrofal vandmangel ikke truer. Der er i EF taget initiativ til at fastsætte maksimalværdier for maskiners vandforbrug. Men de værdier, der foreløbig er drøftet, har ligget langt over de værdier, det ville være ønskeligt at fastsætte set ud fra et vandbesparelsemæssigt synspunkt.

Kan der ikke skabes enighed om at fastsætte rimeligt lave maksimalværdier, vil det nok udelukke de allermest vandforbrugende maskiner, men ikke medvirke til, at fabrikanterne får noget incitament til at minimere deres maskiners vandforbrug.

Litteratur.

I redegørelsen er der anvendt oplysninger fra bl.a. følgende kilder:

Forureningsrådets publikation nr. 14: Vandressourcer 1971.

Miljøstyrelsens redegørelse om anvendelse og prioritering af vore vandressourcer, juli 1977.

Rapport fra ISWA kongres 1972 og 1976.

Vandforsyningen i hovedstadsområdet.

Betænkning vedrørende problemerne omkring vandforsyningen i hovedstadsområdet, marts 1977.

Vandforsyningsstatistik 1970/71 - 1975/76.

Oversigt over indretning og drift af vandværker.

Vattenprognos 1975 - 2000, Publikation VAV P 30. oktober 1975.

ISBN 87-503-2354-7

Pris: 5,00 kr. i m.

JJ Tryktechnik A/S, København  
Fu 00-00