

Gov. št. 73883

*F. Šubic*

# VODA.

S posebnim ozirom na pitno vodo in  
na ljubljanske razmere.

Spisal

Ivan Šubic.

*3 moje knjiznice*  
*Fr. Levca*

Ponatis iz „Letopisa Matice Slovenske“ leta 1887.

V Ljubljani, 1887.

Založil pisatelj. — Tiskala «Narodna Tiskarna».

73883



Ms. A. 11. 1957 1354





# V o d a,

s posebnim ozirom na pitno vodo in na ljubljanske razmere.

(Spisal Ivan Šubic).

Literatura o vodi in njeni uporabi je ogromna. Pisatelj je v prvi vrsti zajemal iz naslednjih virov:

Dr. Ferdinand Fischer: Die chemische Technologie des Wassers. Braunschweig 1878.

Dr. G. Wolffhügel: Wasserversorgung (iz: Handbuch der Hygiene und der Gewerbskrankheiten. Herausgegeben vom Prof. Dr. M. v. Pettenkofer und Professor Dr. H. v. Ziemssen II. Theil. 1. Abth. Grössere Gemeinwesen. 2. Hälfte. Leipzig 1882).

Dr. Julius Krätter: Studien über Trinkwasser und Typhus mit Zugrundelegung der Trinkwasserverhältnisse von Graz. Graz 1886.

Prof. Balthasar Knapitsch: Poročilo o kemijskem razisku nekaterih vodá, katere bi zamogli porabiti v pitno vodo ljubljanskega mesta. Poslovenil Ivan Šubic.

Akti vodovodnega odseka ljubljanskega mestnega zbora.

Vom Himmel kommt es,  
Zum Himmel steigt es,  
Und wieder nieder  
Zur Erde muss es,  
Ewig wechselnd.  
Goethe.

Krog našega planeta se pretaka nezmerna množina mokrega elementa, ki mu pravimo voda.<sup>1)</sup> V raznovrstnih oblikah in oblicah kroži hidrosfera po zemlji. V zraku biva v podobi vodenih hlapov, ki se o priliki zgošče in združijo ter kot meteorska voda

<sup>1)</sup> Prof. J. Jesenko nam je v svojem „Prirodoznanskem zemljepisu“ (l. 1874.) podal občni prirodopis vode. Na to razpravo opozorjam čitatelja; v njej najde obilno poučnega o vodi sploh, ki biva na zemlji. Vsled tega spisa sem tu dokaj izpustil, kar bi sicer spadalo k studiji o vodi.



ali izpodnebna moča padajo navzdol. Na zemeljski skorji se padavina zbira v vselinah, ali pa biti na površini dalje po velikih in malih strugah (jezera, morja, potoki, reke in veletoki), deloma pa se zgublja pod zemljo. V luknjičave zemeljske plasti prodira in leze kot izpodtalna moča ter polni površne nasade, dokler se v nižjih krajih zopet ne prikaže na dan, da z nova začne svoje kroženje.

Voda, ki kroži po zemlji, pa ni nikjer ona čista spojina ( $H_2O$ ), ki si jo priredi kemik v svoji delavnici. Na zanimivem potovanju svojem prihaja v ozko dotiko z mnogobrojnimi tujimi tvarinami, katere sprejema vase ter jih nosi seboj, časih v blagor, časih v pogubo človeštva.

### A. Meteorska voda.

Z gladine stoječe in tekoče vode se dviga leto in dan sila vodenih blapov v atmosfero. Posebno na vročem zemeljskem pasu silijo solnčni trakovi velikanske množine vode, da se pospno kvišku. Med obema povratnikoma izhlapi v jednom letu več nego 5 *m* debela morska plast ter gré v zrak. Od tod pale zopet na zemljo, deloma na isto mesto, deloma na obe polutki, a več na severno, nego na južno. Zato primerja Dove našo zemljo s parnim strojem, ki ima na južni polutki parni kotel, na severni pa kondenzator in v naši zimi deluje z večjim tlakom.

Padajoča izpodnebna moča pride v dotiko z vsemi tvarinami, ki plavajo v zraku. Navzame se kmalu raznih plinov, v prvi vrsti onih, ki bistveno sestavljajo zemeljsko atmosfero: dušik, kisik in ogljikovo kislino. Reichardt je nalovil dežnice in našel, da je imela meseca januarija pri 4° C v jednom litru 32·4 *cm*<sup>3</sup> plinastih sestavin zraka, meseca julija pri 15° C 24·9 *cm*<sup>3</sup>; v tej množini je bilo:

dušika . . . . .	61·6%	(po zimi)	64·2%	(po leti)
kisika . . . . .	31·8%	"	27·0%	"
ogljikove kisline . . . . .	6·7%	"	8·8%	"

Poleg normalnih vzduhovih sestavin opazujemo v dežnici in snežnici še druge raztopljene spojine organskega in neorganskega značaja: amonijak, nitrata in nitrite, kloride, sulfate in sulfide, alkalije itd. Množina njihova pa je jako spremenljiva ter zavisna od raznih faktorjev, n. pr. od višine, v kateri nalovimo izpodnebno močo, in od lokalnih razmer. Dežnica nalovljena blizo selišč ima več amonijaka, nego tista, ki je padla daleč od človeških domov na tla. Boussingault je našel v pariškem dežju povprečno 3 *mg* amonijaka v 1 litru, na Liebfrauenbergu v Vogezih pa samó 0·79 *mg*. Amonijak se razvija tam,



kjer gnijó organske tvarine, tedaj posebno v obliži večjih mest in krajev, ter se dviga v zrak. Zato nahajamo v rosi in megli neprimerno veliko amonijaka, ker sta obé blizo zemlje. Tako je tudi s solitarno kislino; v Parizu jo je imenovani raziskovalec našel 10·1 mg v 1 litru, na Liebfrauenbergu pa samó 1·8 mg.

Po vzduhu plava tudi dokaj snovij, katere vzame meteorska voda neraztopljene seboj Brezbrojno organskih mikroorganizmov polni zrak, ž njimi vred pa se dvigajo iz tal mirijade neorganskih drobcev in sestavin zemeljskega prahu. Izpodnebna moča objame te tvarine in jih tira s seboj na zemljo, kamor dospè po tem takem časih jako onesnažena. Uže Plinij je trdil o padavini: „Cadens inficitur halitu terrae.“ — Posebno blizo velikih mest in tovaren imata dež in snežnica dokaj prilike, da se navzameta raznovrstnih primešnin, ki neugodno spremené poprej čisto padavino. R. A. Smith ceni, da znaša množina ogljenčate in katranove substancije, ki vhaja v zrak pri gorenji premoga, kake 3% njegove teže.

## B. Izpodtalna moča.

Velik del meteorske vode prodira v luknjičave površne zemeljske plasti. Tu pride v dotiko z novimi sestavinami tal in takoj se prične zanimiva izmena snovij na obeh straneh. Voda odda nekoliko svoje zaloge, na njeno mesto pa sprejme drugih tvarin iz hribine, po kateri leze navzdol. Ko rine kaplja v tla, popušča v njih svoje neraztopljene in raztopljene primešanine. Primerna tla precejajo (filtrujejo) izpodnebno močo ter jo mehanično čistijo. Vrh tega absorbujemo iz vode amonijak, kalij, magnezijo, fosforovo kislino, natron, klor, vapno, solitarno kislino in sokislino, in dokaj drugih spojin, v prvi vrsti pa vedno amonijak in kalijeve soli. Organske primešanine v tleh se začnó s pomočjo talnega zraka razkrajati in oksidovati. Spojine višje vrste se spremenijo v bolj priproste skupine. Iz organskih tvarin nastane najprvo amonijak, potem se kmalu pojavijo s kisle soli in konečno solitarno kisle soli; tedaj so organske substancije razkrojene in uničene. V primernih in dovolj luknjičastih tleh, katerim ne manjka zraka, se opisani procesi bujno vršé in voda je kmalu prosta organskih bitij. Kjer pa je zemlja preveč gosta ali pa z organskimi sestavinami preobložena, ne dozore oni čistilni procesi. Izpodtalni zrak ne more zmagati organskih skupin, ki jih je prinesla voda seboj. Zgodi se celo nasprotno, da se izpodtalna voda nasiti in napolni z organskimi substancijami in da se obogati na organskih telesih. Polna te nesnage se zbira potem v vodnjakih, iz katerih jo zajemamo v kvar svojemu zdravju.

Poleg organskih sestavin, ki zajdejo v tla in od tod v vodo vsled živalskega in rastlinskega življenja, pridejo tudi v poštev neorganske spojine, iz katerih je zemlja sestavljena: Prosta kre-



mikova kislina in njene spojine, z glinico, železom, kalcijem, magnezijem in alkalijami; karbonati železa, kalcija in magnezija, železni oksidi in hidrati železnega oksida, sulfati, kloridi, fosfati in nitrati kalcija, magnezija in alkalij.

Od teh snovij nahajamo nekatere neraztopljene, druge rastopljene v izpodtalnih vodah. Posebno važne za nas so kalcijeve in magnezijeve soli, ki jih v največji meri povživamo s pitno vodo. Množino teh soli, izražujemo navadno s trdotnimi stopinjami. Voda, ki ima v 100.000 delih jeden del kalcijevega oksida (ali v 100  $cm^3$  vode 1 mg kalcijevega oksida), ima jedno stopinjo trdote.<sup>1)</sup> Po trdotnih stopinjah ločimo mehko in trdo vodo. Navadno nam je voda do 10° trdote mehka, od 10° dalje pa trda; z 18° trdote ni več v splošno porabo. V njej kuhano sočivje ostane trdo — od tod pač tudi ime —; milo se v njej razkraja v neraztopno vapneno milo, ki pade v kosmih na tla in ne spolni svoje naloge pri umivanji. Kalcijevo in magnezijevo milo se tudi rado prime v razpokah kožinih in ostane med vlakni tkanine. Oprani deli zgubé svojo mehko; koža postane ostra in blago dobi neprijeten duh vsled razkrajajočih se zaostankov.

Zraven kalcijevih in magnezijevih solij, ki se redno pojavljajo v naših vodah, opazujemo še druge, poprej naznačene sestavine, ki se pa močno menjujejo po zemlji, katero napaja izpodtalna moča. Krajevne razlike v pitni vodi so torej zavisne od geologijske formacije. Reichardt je analizoval studence iz raznih zemeljskih tvorb in našel naslednji rezultat:

V 100.000 delih čiste studenčnice je

v	zaostanek po izparvanji	org. tvarina	solitarna kislina	klor	žveplena kislina	vapno	glinica	trdota
granitu	2.44	1.57	0	0.33	0.39	0.97	0.25	1.27
šarenem peščencu	12.5—22.5	1.38	0.98	0.42	0.88	7.30	4.80	13.96
školkastem vapnencu	32.50	9.90	0.021	0.37	1.37	12.90	2.90	16.95
dolomitu	41.80	0.53	0.23	sled	3.40	14.00	6.50	23.10
malcu (sadri)	236.50	sled	sled	1.61	110.8	76.60	12.25	92.78
skrilavcu	12.00	0	0.054	0.247	2.40	5.04	0.73	6.06

<sup>1)</sup> Francozom velja za 1 stopinjo trdote 1 del kalcijevega karbonata v 100.000 delih vode, Angležem pa 1 del kalcijevega karbonata v 70.000 delih vode. Jedna stopinja naše mere je torej = 1.79 francoskih in 1.25 angleških trdotnih stopinj.



Tudi ista tla se v teku let kemijsko spreminjajo. Časih se sama čistijo, in voda v njih se izboljšuje. Množina soli v izpodtalni vodi je zavisna od gladine podzemne moče. Pomnoženje in zmanjšanje soli se vrši vzporedno z dviganjem in nižanjem izpodtalne vode; zato stoji v premem sorazmerji z množinami dežja v dotičnem kraju. Ko dolgo dežuje, postane voda v vodnjakih slabša; za časa suše pa se izboljša. Za rečnico pa je ta zakon ravno obraten. Rečna voda ima menj raztopljenih snovij, ako se njena množina poveča, ter jih ima več, ko voda upade. (Kratzer).

Na sestavino izpodtalne vode tudi močno vpliva človek s svojimi obrtnijskimi podjetji in zgradbami. Iz tovarnen leze različna nesnaga v tla ter se družijo s podzemno močo; ž njo vred zajde potem v vodnjake in studence. O vplivu pokopališč na bližnjo izpodtalno vodo smo navadno prepričani, da ni ravno ugoden. Mnogobrojna kemijska preiskavanja pa so našla nepričakovano ugodne rezultate. Pettenkofer in drugi raziskovalci so konstatovali, da je izpodtalna voda skorej vseh (preiskovanih) pokopališč bolj čista nego onih vodnjakov, v katere zajde moča iz stranišč in gnojnic. Nasprotnih neugodnih slučajev je prilično malo. Se ve, kemična analiza sama še ni nikak dokaz za okusnost vode; večini ljudij se zdi voda iz pokopališč sumljiva in nezdrava. Mnogoletne skušnje v raznih krajih vsaj navidezno podpirajo to javno mnenje.

### C. Potoki in reke.

Izpodtalna voda prihaja na dan v podobi vrelcev, ki se družijo v potoke, reke in veletoke. Studenci prinesó seboj one sestavine, o katerih sem govoril v prejšnjem oddelku. Na svojem potu zgube tekoče vode nekatere prvotne tvarine, na njihovo mesto pa stopijo nove, poprej nepoznane snovi. Ker pridejo potoke in reke v dotiko z mnogovrstnimi produkti človeškega delovanja, zato je sestava tekoče vode jako različna; časih je zelo čista, drugi pot strahovito neugodna.

V rečnicah opazujemo dušik in kisik, kakor pri izpodaebni vodi; amonijaka imajo vedno manj nego dežnice — a vendar ga nosijo naši veletoki v ogromnih množinah s seboj. Knapp je preračunal l. 1853, da je z reko Reno teklo vsak dan 16.245 *kg* amonijaka mimo mesta Lautenburga! — Rečnica je navadno mehka voda; v svojem teku zgubi nekaj ogljikove kisline, ž njo pa zgine ob jednem pogoj za raztop karbonatov, ki prouzučujejo trdoto. O nekaterik raztopljenih sestavinah znanih rek nas pouči naslednja tabela:



Reka	miligrami v litru						
	klor	solitarna kislina	amonijak	žveplena kislina	vapno	magnezija	trdota
Labá pri Ham- burgu, nepre- cejena . . . .	29·7	sled	—	24	67	7·3	7·7
Veltava . . . .	3·5	0·5	—	5·2	11·3	4·9	1·8
Odra . . . . .	7	1·2	0·06	14	29	8	4
Donava . . . .	21·5	2·3	—	—	84·9	—	—

Kjer reke tekó mimo mest in človeških bivališč, zajde vanje dokaj snovij, kakoršnih bi drugače ne pričakovali v vodi. Človek napeljuje v struge odpadke svoje in ostanke svojih izdelkov. Zato nam kažejo reke v obližji obljudenih krajev izvenredne sestavine, ki se menjujejo po dnevnih in letnih časih. Posebno zraven tovaren dobé tekoče vode raznih primešanih. Tovarne za izdelovanje volnatega blaga onesnažijo vodo s spiranjem volne<sup>1)</sup> in raznimi pomijami, ki lezejo po kanalih iz tkalnice, n. pr. sodo, milo, klej, svinjska kri, svinjski odpadki, vinski kamen, galun, barve itd. Papirnice però cunje za papir, in tedaj mora voda dokaj popiti, kar je bilo lepega in okusnega v cunjah! Da ni število teh tvarin majhno, vé vsak, kdor je imel kedaj priliko opazovati cunjarjevo zalogo. Usnjarije in tovarne za klej spravijo v vodo obilno živalskih ostankov, ki onečedijo rečnico. Cukrarnice pospešujejo razvoj mikroorganizmov v bližnji vodi; vsled tega se more gnitje bujno vršiti in razvoj smrdečih plinov, posebno žveplenega vodika, godi se v velikanski meri v sosesčini tovaren za cukar. Vodnjaki blizo tovaren za izdelovanje svetilnega plina se tudi sčasoma napojé s produkti, izvirajočimi iz tovarne. Jednako se godi izpodtalni moči, ki se giblje blizo po škodovanih plinovitih cevij; polni se z organskimi tvarinami in drugimi spojinami v neprilčno veliki množini.

Zanimive so preiskave o množini organskih snovij v nekaterih znanih rekah:

<sup>1)</sup> Maumené je zračunal, da je 300 l vode, v kateri operó 1000 kg volne, vredne blizo 8·5 gld. — toliko je v njej pepelike! — Po Schulzeju in Märckerju ima voda, v kateri je bilo spranih 100 kg volne, v sebi toliko kalija, dušika in fosforove kisline, da je kot gnojivo vredna 1·4 do 2·4 gld. —



Organske tvarine (miligrami v 1 litru)										
Donava pri Pešti	Izara v Monakovem	Sala nad Jenou	Veltava nad Prago	Trava pri Ljubeku	Alster pri Hamburgu	Billa pri Hamburgu	Neva pri Peterburgu	Visla pri Kulmu	Mississippi pri N. Orleansu	Mura pri Gradcu
62·5	53·2	28·5	9·4	133·5	160·0	140·0	185·5	22·0	14·0	17·0

Vrh raztopljenih organskih in neorganskih spojin plava v rečnici obilo neraztopljenih teles. Tudi navidezno čista voda ima v sebi veliko premičkenih drobcev, bodi si živalskih in rastlinskih organizovanih kalij, bodi si mineralskih telesec. Nekaj jih prinese veter vanjo, nekaj jih sama nabere ob bregovih in strugah svojih. Časih so tako fina, da jih ne moremo z nikakim precejanjem ločiti od vode. Še le po večmesečnem stanji se posedejo na dno posode. Ta naplavljena, nezmerno mala telesca dostikrat odločujejo vnanjost vode. Zelenkasta in rumenkasta rečnica ima od njih svojo značajno barvo. Natančna preiskava je pokazala, da so omenjeni drobci jako raznih izvirov. Peščena in ilovnata zrnca, kristali ali brezlični deli mnogovrstnih rudnin plavajo v družbi rastlinskih ostankov (platnena, volnata in pavolnatna vlakna, rastlinske dlake, slamnati in leseni odpadki, skrobova zrnca itd.), živalskih telesec (dlaka, nožice muh, pajkov in drugih malih živalij, ustni epitel, ekskrementi, ostanki mesa itd.). Poleg teh mrtvih teles živi dokaj mikroorganizmov. Moča jim je najbolj ugoden element in zato se naselijo vsaj za jedno dobo svojega življenja v vodi. Jajčica raznih črvov, ki so človeški zajedavci, bivajo v vodi. Tu omenim le jajčec od *Distomum hepaticum*, *lan-ceolatum* in *haematobium* (v južnih deželah); od največje naše trakulje, *Bothriocephalus latus*, živé embrijoni v pitni vodi. F. Cohn deli mikroorganizme, živeče v rečnici in v vodnjakih, v štiri oddelke: 1. bakterije (*Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum*), 2. saprofiti, 3. alge in diatomeje, 4. infuzorije (*Volvox*, *Vorticella*, Pa-



ramecium in dr.). Zraven bivajo še jako mali, prostim očem skorej nevidni črvi, raki in sorodne vrste, ki se kmalu naselijo, ako postanejo pogoji ugodni njihovemu življenju.

## D. Morska voda.

Za našo razpravo ima morska voda le zato pomen, ker je morje ogromna shramba, iz katere voda hlapi v vzduh, od koder prihaja k nam kakor izpodnebna moča. A pri hlapenji vodni delci ne vzamejo seboj nikakih primešnin. Dvignejo se v zrak kot kemijsko čista voda; tuje sestavine morja torej ostanejo v velikanskem kotlu in ne pridejo v poštev pri naši pitni vodi.

## Pomen sladke vode.

Človek navadno premalo ceni stvari, katerih si lahko v obilici pridobi brez truda in znoja. Tako se godi sladki vodi. V neizčrpni množini nas obdaja ta temeljni substrat našega obstanka in vajeni smo, da ravnamo ž njim jako preširno in potratno. Malokdo vé hvalo neprecenljivemu božjemu daru. Le tam, kjer ga je mati natora jako pičlo in štedljivo podelila suhim pokrajnam, znajo bolj ceniti vrednost sladke vode. Tam vedó, da je voda ogromna sila, kateri se morajo klanjati vsa organska bitja. Kjer zmanjka mokrega elementa, nastane neobljudena puščava. Neobhodno potrebnost vode je duhovito označil francoski general Lamoricière, govoreč o pridobitvi črnega kontinenta. Trdil je, da Afrike ni moči podjarmiti z mečem, temveč s svedrom, ki bode vode navrtal po njenih ogromnih pustinjah!

Človek najprvo potrebuje pitne sladke vode za lastno osebo. Glavna sestavina našega telesa je voda. Človeško truplo ima blizu 63 % vode — v mladosti in starosti več, nego v krepki zrelostni dobi; slabo rejen organizem več, nego dobrorejeno telo. V odraslem človeku, ki tehta 60 kg, je te tedaj 38 kg vode in 22 kg trdnih delov. Zdaj lahko razumemo, da spada voda med najbolj važna naša živila. Organi telesa samo tedaj normalno delujejo, ako dobé primerno množino vode. Drugače prenehajo pojavi življenja in izmena snovij zaostane. Človek daje veliko vode od sebe. Pettenkofer in Voit sta našla, da izloči počivajoče telo vsak dan 2253 g vode, a težák za 700 g več. To izgubo je treba vedno nadomestovati, ako hočemo, da nam ostane truplo čilo in zdravo. Vode moremo organizmu dati v raznih podobah; vsako živilo je več ali manj vodéno in nam deloma uže zato nadomestuje čisto pitno vodo. Sveže goveje meso ima 75.9 % vode, mastna svinjska pečenka 50.6 %, pšenični kruh 39—44 %, sadje 75—90 %, vino in pivo 86—90 %. Z jedili dobivamo tedaj v sebe jako veliko vode. Odrasel človek rabi na



dan 2 do 2 $\frac{1}{2}$  kg trdne hrane, v kateri tiči uže 1.5 do 1.9 kg vode. Ako računamo, da porabi v istem času 2.5 kg vode, vidimo, da mu je primeroma malo sladke vode potrebno. Ta neznatna množina pa orjaško naraste, če vzamemo vse slučaje v poštev, v katerih je moderni človek od vode zavisen. Rastoča omika zahteva večjo čistost na lastnem trupu in v našem obližji, kakor so jo gojili primitivni pradedje naši. V snaženje svojega telesa, svojih stanovanj in selišč potrebujemo dandanes veliko moče. S kulturo se širi obrtnija in veda. V brezbrojnih slučajih bi bil razvitek nemogoč, ko bi ne imeli mokrega elementa na razpolago. Voda nam goni stroje in sestavlja stoterne produkte človeškega uma. Ž njimi pa se tiho a stalno naseljuje večja omika; naše šege in navade se ogladijo; svoj dom si obdamo z novimi znajdbami in pripravami za čiščenje, svežo vodo si napeljemo v hiše, ž njo si krasimo vrte in javne naprave ter urejamo življenje po zakonih umetnosti in lepote.

Pomen sladke vode za blagor človeštva so poznali uže starodavniki. Egipčani so porabili dokaj vode za čiščenje svojega trupla, kar nam pripoveduje sv. pismo in grški pisatelji. Znali so kopati vodnjake in napeljevati vodo v daljne kraje. Stari Indi so čislali sveto reko Ganges ter slavili njeno zdravilno moč. V Grkih je zgodaj in vedno slovela zdrava voda. Zakonodajalca grška, Likurg in Solon, sta skrbela za dobro pitno vodo in Pindar je prvi izrekel slavne besede: *Tò ἀριστον μὲν ὕδωρ* — ki so postale do današnjega dné gaslo vsem prijateljem našega elementa. Uže za časa Herodotovega je imelo mesto Samos vodovod napeljan, ki je bil nad poldrugi kilometer dolg. Plato in Aristotel tirjata od državne uprave, da skrbi za dobro pitno vodo in za kopelji, in grški narod se je v obilni meri posluževal svetov svojih duševnih velikanov. Poleg Grkov so tudi Babilonci in Perzijani gradili vodovode. Vse te narode so prekosili Rimci. Uže l. 313 pred Kr. so imeli v Rimu prvi vodovod, aqua Appia Claudia. Potem jih je nastalo vedno več. Kamorkoli so prišle rimske legije, povsodi so skrbele za dobro vodo in marsikje so naredili velikanske zgradbe za njeno napeljavo. Tudi v stari Emoni so se do današnjega dné ohranili ostanki rimskega vodovoda.

Ko so za časa ljudskega preseljevanja propadle vede in umetnije, propadle so većinoma tudi čudovite vodne zgradbe. Ljudje so se stiskali v ozkih, umazanih mestih, kjer jim je debelo zidovje oviralo vsako prosto razširjevanje. Z močnimi nasipi so se obranili vnanjega sovražnika, a v svoji sredi so si vzgojili družega, nevarnejšega. S svojimi odpadki onesnažili so tla, uničili dobro pitno vodo ter si ustvarili ugoden temelj za strašne bolezni, ki so bičale v onih dobah človeški rod. Še le novi čas hiti popravljati, kar so zamudili pradedje. Moderna mesta po-



snemajo starodavnike in si gradijo vodovode, ki daleč presegajo jednake naprave bivših ljudstev.

## Vpliv vode na naše zdravje.

Da ni vsaka voda ugodna našemu zdravju, so vedeli uže stari narodi. Grška basen pripoveduje, da so bile povodnji reke Alfeja vzrok kužnim boleznim. Najslavnejši zdravnik starega veka, Hipokrat († 377 pred Kr.), je uže ločil mehko in trdo vodo in učil, da je stoječa in trda voda nezdrava: „Kdor jo pije, dobí veliko slezeno (vranico), debel trebuh in voda se mu nabira v koži.“ Rečnica je vzrok kamenu in ledičnim boleznim. Studenci, ležeči proti vzhodu, naredé cvetoč obraz, jačijo duha, čistijo glas ter pospešujejo krepkost in rodovitnost. Grški zdravniki so nadalje učili, da je tudi kopanje neobhodno potrebno človeškemu zdravju. V obče so verjeli, da nekatere vode naravnost škodujejo telesu. Tukidid trdi, da so za časa atenske kuge Peloponezijani zastrepili vodnjake v Pireju. Zato je nastala kuga, ki so jo kmalo zanesli v Atene. To je prvo poročilo o zastrupljenih vodnjakih. Kakor je znano, je bil srednji vek istega mnenja; za časa velikih kužnih boleznij so tedaj iskali vzrokov v otrovani vodi ter počenjali izgrede zoper žide, katere so dolžili, da so vodnjake zastrupili.

O vplivu vode na naše zdravje so bili torej narodi vedno prepričani. A še le v najnovejši dobi jeli so ta vpliv znanstveno preiskavati; še le v našem času se je znanost z vsemi svojimi sredstvi poprijela važnega vprašanja, ter ob jednom nekoliko zdrabila indiferentne mase. Čuditi se res moramo, da se nove preiskave o pitni vodi tako počasi širijo med ljud. Na vsako živilo pazi celó priprost človek, da se mu podaje v sveži, zdravi obliki. Kak krik zaženo gospodinjje in gospodarji, ko jim pek, branjevec in štacunar postreže s pokvarjenim blagom! V javnih glasilih ga napadajo in vlada strogo kaznuje one, ki kvarijo hrano in izdelujejo „umetna“ živila. Razburjeni vstanejo dolgoletni gostje izza svoje stalne mize, ko skušeni vinopivec med njimi konstatuje, da vino novega krčmarja ni več natorno! Le za vodo se vsakdo malo briga. Dosti jih meni, da še „v črevljih ni dobra“ ter si pomagajo z vinom in pivom. A tega ne pomislijo, da je vino čestokrat krščeno z umazano vodo; tega ne vedó, da se umivajo z nezdravo močo in da jim postrežnica snaži ter lika posodo in dom z vodo, imajočo škodljive kali v sebi; te tudi vnanjim potem lahko zajdejo v naše truplo in mu bolezen prinesó!

Znanstveno razmotrivanje o vplivu vode na naše zdravje pričelo se je prav za prav l 1848. na Angleškem. Razne nalezljive bolezni, n. pr. tifus, kolera, mrzlica, škrlatinka se širijo z vodo — to mnenje prodiralo je v vedno širše kroge. A kmalu



so se jeli oglašati nasprotniki in nastal je hud boj o „teoriji pitne vode“. Pri tem pa so se ozirali in se ozirajo še dandanes najbolj na tifus in kolero. O teh dveh morilkah vladata sedaj dva ravno nasprotna nazora. Uže o načinu, kako da voda prouzroči bolezen, so mnenja različna. Jedna stranka trdi, da vpliva abnormalna voda otrovalno; kakor strup spremeni redne funkcije našega organizma. Strupen pa je sedaj amonijak, sedaj nitrati; nekateri dolže kloride, drugi zopet alkalije ali pa organske primešanine. — Drugi izsledovatelji uče, da ima pokvarjena voda septičen vpliv na človeško truplo; ona moti delovanje prebavil ter zmanjšuje natorni upor. Pitna voda vstvari tedaj v telesu nekako dispozicijo za nalezljivo bolezen. — Tretji bojniki za teorijo o pitni vodi pa so prepričani, da je voda le sredstvo, po katerem pridejo kužne kali v naše telo. Bolnik izmeče specifične prouzročitelje bolezni svoje. Kali pridejo v vodo, ž njo pa v nas, kjer se dalje razvijó in naše zdravje motijo.

Da je pitna voda v tesni zvezi z razširjevanjem kolere, je prvi trdil anglež Snow l. 1848. Brzo so se oglasili nasprotniki in znanstvena vojska se je pričela. Zdravniki, ki so živeli več let v Indiji, v domovini kolere, so strastno oporekali novi teoriji. Boj se je kmalu zanesel na kontinent. Slavni Max v. Pettenkofer se je na Nemškem oglasil zoper Snowovo teorijo. Z ogromnim svojim znanjem in obilnimi eksperimenti nasprotuje do današnjega dne angleški teoriji. Nasproti mu stoji R Koch, ki je našel specifičnega prouzročitelja kužne bolezni, znane „Kochove bacile“. Ž njimi v jedni vrsti stoji Virehow in večina nemških zdravnikov. Tudi naši merodajni krogi so na strani Kochove teorije, kakor nam priča lanska okrožnica za časa preteče epidemije. Le Pettenkofer je ostal s svojimi sotrudniki pri starem prepričanju. V najnovejšem času se mu je pridružil prvi veljak med zdravniki za kolero. Dr. J. M. Cunningham je opazeval to bolezen nad 33 let; 20 let je vodil zdravstveni oddelek indijske vlade. Mož je torej imel dovolj prilike, seznaniti se s kolero. V svojem spisu (nemška prestava ima naslov: „Die Cholera, Was kann der Staat thun, sie zu verhüten“) odločno trdi, da se noben slučaj kolere v Indiji ne more spraviti v zvezo s pitno vodo. Kjer je bilo to na prvi pogled verjetno, so stroga preiskovanja dokazala, da je bilo prvo mnenje napačno! —

Kakor o koleri, tako si nasprotujejo o tifusu. Angleški zdravniki in ž njimi večina nemških trdijo, da se nalezljiva tvarina pri tifusu razširja z vodo, Pettenkofer in njegova šola pa uče, da so tla oni medium, ki pospešuje nalezljivost legarja. Tifus je v tesni zvezi s talnimi razmerami, ter ni zavisen od pitne vode; on je talna bolezen.

Sedaj je nasprotstvo jako visoko dokipelo. Vse orožje člo veskega uma jemljó učenjaki na pomoč, da podpirajo svoje nazore.



Menim, da je tak boj stvari na korist; dokaj novih iznajdeb pride na dan, ki bi drugače morebiti še dolgo ne bile dozorele, ko bi se boj počasi in pomirljivo vršil.

### Kaka mora biti pitna voda.

Od pitne vode zahtevamo, da nam gre v slast (pitna mora biti) in da ni zdravju škodljiva. Pitna je tedaj, ko ima nekatere plinove in rudninske tvarine v sebi. Destilovana voda nima nikakega okusa. Izmed plinov so do sedaj v prvi vrsti povdarjali prosto ogljikovo kislino. Ona prouzroči, da se nam zdi voda sveža in okrepečalna; kjer je zginila ogljikova kislina (n. pr. iz vode, ki dolgo stoji), postane voda plehka, nepitna. Najnovejše preiskave pa deloma zanikujejo tolik pomen proste ogljikove kisline. V nekaterih izvrstnih studenčnicah so namreč našli ogljikovo kislino le kemijsko vezano, neprosto, pa so bile vendar jako pitne in zdrave. — Izmed rudninskih primešanih potrebuje naše kuhenjsko sol in karbonate vapna; ako so v pravi meri v vodi, gre nam posebno v slast. Tudi nitrati (izvirajoči iz mineralizacije organskih primešanih) naredé vodo svežo. Sploh trdijo, da je pitnost zavisna od trdote; človek, kateremu ste dve različni vodi na razpolago, nehoté poseže po oni, ki ima manjšo trdoto.

Temperatura pitne vode je tudi merodajen faktor. V teku leta ne sme preveč menjavati. Sme se gibati samó med  $7^{\circ}$  —  $11^{\circ}$  C. Gorka voda nas ne hladi in ni okusna. Zato ljudstvo dostikrat ne praša, je li voda zdrava ali ne, temveč brez pomisleka seže po hladni pijači, ako mu damo na izbiro slabo, a mrzlo vodo iz vodnjakov in ogreto, a sicer izvrstno vodo iz vodovoda.

Razna raziskavanja mnogobrojnih vodâ so nas privedla do merila, s katerim merimo normalno pitno vodo. Dela angleške komisije za študije o pitni vodi in dunajske vodovodne komisije; raziski kemikov veččakov in dolgoletne skušnje so utemeljile naslednje tirjatve o kakovosti dobre pitne vode:

1. Voda mora biti čista, brezbarvena in brez duha;
2. temperatura v raznih letnih časih sme le malo menjavati ( $6^{\circ}$  —  $12^{\circ}$  C).
3. organskih tvarin ne sme imeti veliko v sebi, a gnilobnih organizmov prav nič;
4. ne sme imeti amonijaka<sup>1)</sup> in solitarne sokislina; tudi ne veliko nitratov, sulfatov in kloridov;<sup>2)</sup>
5. ne sme biti pretrda;

<sup>1)</sup> Množina amonijaka ne sme biti večja nego 0.1 mg v jednom litru.

<sup>2)</sup> Solitarne kisline 2 — 2.5, kloridov ne več nego 4 v 100.000 delih.



6. ne sme imeti v sebi zdatne množine ogljikove kisle magnezije;

7. Množina vseh rastopljenih tvarin v 100.000 delih ne sme prekoračiti števila 50.

### Razisk pitne vode.

Opisane tirjatve nas poučé, da ne zadostuje samo kemijska preiskava vode, ako se hočemo prepričati o dobroti svoje pijače. Dandanes preiskujemo vodo:

- a) v kemijskem,
- b) v fizikalnem,
- c) v mikroskopskem,
- d) v etijologijskem oziru.

Kemijska analiza se v prvi vrsti zanima za naslednje štiri skupine teles:

1. Klor, žveplena kislina, vapno, magnezija in alkalije;
2. organske sestavine;
3. žvepleni ogljikovi vodik, amonijak, solitarna sokislina in solitarna kislina;
4. mineralni strupi.

Kemijska preiskava. Kužljive kali se najraje razvijajo tam, kjer je dovolj organskih tvarin v vodi, ter pridejo z našimi in živalskimi ekskrementi v tla in v vodo. Čim več torej dobimo v vodi substancij, ki so prišle vanjo iz gnojišč, stranišč itd., tem bolj sumljiva in nevarna je ona voda. Ta moment pride posebno v mestih v poštev, kjer pijó prebivalci izpodtalno vodo iz vodnjakov. Meteorska moča prodira v tla, tu pa mora sprejeti vase veliko človeških in živalskih odpadkov. Dobro obzidane gnojne jame pač mnogo pomagajo, a vender nesnage ne moremo popolnoma izolirati. V pouličnih pomijah in lužah, ki lezejo v mestno zemljo, opazujemo: kuhenjsko sol, žvepleno kislino, vapnenee, magnezijo, alkalije, fosforovo kislino itd. Te spojine izvirajo večinoma iz ekskrementov. Po računu Wolfovem in Lehmanovem iztrebi 100.000 ljudi letno in dan:

Faeces 3316·6 in scalnice 4282·9 ton (à 1000 kg).<sup>1)</sup> — Ti odpadki zajdejo v tla in tam se prične kemijski razkroj. S pomočjo izpodtalnega zraka in nižjih organizmov razpadejo imenovane tvarine, v mnogovrstne, do zdaj še malo znane vmesne produkte, potem v prisotnosti kisika v ogljikovo kislino in amonijak ter njemu podobne sestavine. Iz teh nastanejo solitarno sokisle soli in konečno še le solitarno kisle soli. Dušičnate organske tvarine

<sup>1)</sup> V Ljubljani torej na leto približno 928·2 ton faeces in 1196·17 ton scalnice.



so se torej razkrojile, na njihovo mesto pa nastopila je kot konečni produkt solitarna kislina. Fosfate, kalijeve soli, dušičnatne organske substancije in amonijak obdrži večinoma zemlja v sebi ter hrani ž njimi razstlinske korenine; kloridi, nitrati in sulfati po gredó v vodo ter ž njo v studence in vodnjake. —

Ko tedaj gnijoče organske tvarine prodirajo v tla, se kmalu razkrojijo, če imajo tla zadosti zraka in če so dovolj porozna. Za povrstjo nastajata iz dušika in amonijaka solitarna sokislina in solitarna kislina; zadnja spojina zajde v izpodtalno vodo. Kjer pa ni dovolj zraka, kjer se torej organske substancije ne morejo oksidovati, zajde v vodo tudi amonijak in celó gnijoče tvarine same.

Vogel je našel, da ima 1 liter scalnice 6.73 g klora v sebi. Klor pronicuje s poulično mokro nesnago v tla kjer ga zemlja ne absorbuje, temuč izpodtalni vodi odda. Množina klora v vodnjaku je torej važno merilo, s katerim merimo čistost pitne vode; kaže nam približno (ko smo odračunali normalno množino klora v tleh), koliko človeških in živalskih odpadkov je morala sprejeti izpodtalna voda v sebe — koliko gnojnice spijemo v jednom litru vode.

Gotovo je, da se opisani procesi časih jako redno vršé in da nam konečni produkti kažejo prvotno onesnaženje vode. Vendar pa moramo zelo previdni biti s svojo sodbo o pitni vodi. O veliki množini organskih tvarin sploh ne moremo trditi, da so škodljive našemu zdravju. Ko tedaj konstatujemo organske sestavine v vodi, nismo še konstatovali, da so nam v kvar. Posameznih organskih sestavin današnja kemija sploh še ne zna ločiti iz vode; zato ji tudi ni možno dokazati direktne škodljivosti te ali one tvarine. Zelo dvomljive so tudi določbe, ki se pečajo z množino organskih substancij. Navadno sklepajo raziskovalci po množini kalijevega permanganata, ki ga reducira preiskana voda, koliko da ima organskih tvarin v sebi. A ta poskus nam pokaže le one organske sestavine, ki se rade oksidujejo, poleg njih pa tudi marsikatero neorganske, kakor železov oksidul, nitrite, sulfide in žvopleni vodik. — O vplivu organskih substancij so mnenja jako različna, kajti strogega dokaza pro in contra nam še nihče ni podal. Nekateri raziskovatelji pravijo, da so omenjene tvarine najboljši material za gnitje in najboljši substrat za razvoj kužljivih kalij; drugi pa trdijo, da so naravnost škodljive našemu organizmu, ker tolikanj želé po kisiku. A poželenje po kisiku ne stavi takoj tvarine med škodljiva živila. Mnogotero hranilo — na pr. cucker — bi moralo zginiti z naše mize, ko bi to subjektivno mnenje bilo splošna istina!

Analiza nam torej ne more z gotovostjo dokazati množine in kakovosti organske tvarine ter tudi ne pojasniti strupenosti njenih raztvorbin. Isto tako nam ne more naravnost povedati, ali so



vsled fermentativnih procesov nastale v vodi zdravju škodljive kali, ki bi potem v človeškem truplu nadaljevale svoje delovanje.

Amonijak, solitarna sokislina in solitarna kislina nam pač pričajo o raztvorjenji organskih substancij, a o tem nam nič ne povedó, je-li voda vsled raztvorbine svojih primešanih postala človeškemu organizmu nevarna ali ne. Sploh se pa nahajajo ta telesa v tako mali množini v vodi, da je težko verjeti o kakem škodljivem vplivu teh razredčenih razstopin. Same zase nemajo pač nikakega pomena. Vrh tega more amonijak, solitarna sokislina in solitarna kislina prihajati v vodo tudi iz drugih virov nego iz opisanih. Meteorna voda nad obljudenimi kraji jih prinese uže seboj in zato jih je treba le previdno v poštev jemati, kajti nahajajo se lahko v čisti, dobri pitni vodi. Na drugi strani pa se amonijak i solitarna sokislina časih celó ne pojavljata v vodah, ki so brez dvombe jako onesnažene z organskimi tvarinami. Po tem takem najnovejši raziskovalci ne iščejo več amonijaka v pitni vodi, ker se njegova množina tako zelo spreminja in ni gotovo merilo za onesnaženje.

Ob kratkem moremo te nove preiskave tako-le označiti: — „pomanjkanje organskih tvarin, amonijaka in solitarne sokislina ne smemo smatrati kot strog dokaz, da so tla čista in da se ne vrše v njih fermentativni procesi. Na drugi strani pa tudi prisotnost teh sestavin v izpodtalni vodi ni nikako znamenje škodljivosti vode in nikak znak dispoziције tal.“ (Wolffhügel.)

Fizikalna preiskava se peča z dobrim okusom (s pitnostjo) in slastjo (apetitnostjo) vode. Obe svojstvi ste pa zavisni a) od temperature; v raznih letnih časih toplota pitne vode ne sme prekoračiti določenih mej (7—11° C). Temperatura vode nam časih dobro služi pri raziskovanji, od kod da prihaja voda. Stalna, primeroma visoka toplota vode kaže, da izvira globoko v tleh; po menjajoči se temperaturi sklepamo, da je vodonosna plast na površji, ali pa da prihaja v vodnjak rečnica. D. Salbach je nam celó podal formulo, po kateri moremo zračunati, koliko izpodtalne vode in rečnice se nahaja v vodnjaku, ako merimo poprej temperaturne razmere. b) Od vonja. Vonj se najbolje pojavi, če vodo segrejemo do 40° — 50° C. c) Od okusa. Ta se najložje preiskuje, ko ima voda sobno temperaturo. Pomniti pa moramo, da je okus modernega človeka jako pokvarjen. Temu se zdi ista voda slana, drugemu brez okusa, tretjemu lesnata itd. d) Od barve in čistosti. Da se prepričamo o teh dveh svojstvih, nalijemo vode v 40—50 cm visoke steklene cilindre, postavimo jih na papir in gledamo od zgoraj skozi vodeno plast na belo podlago.



A tudi pri teh raziskih moramo biti previdni. Kemijsko nečiste vode so časih v fizikalnem oziru jako povoljne, vabljive in apetitne, narobej pa so zdrave vode dostikrat kalne, nepitne in omrazite.

Mikroskopska preiskava. V tem slučaju iščemo organizovana bitja, ki plavajo v vodi. Nekdaj so proglasili vsako vodo kratko in malo za nezdravo, v kateri so našli mikroorganizme (posebno schizophyte). A danes vemo, da je med temi malimi bitji dokaj nedolžnih, neškodljivih in zato je razisk postal mnogo bolj težak in zamotan. Se-ve, kedar lahko volimo med dvema vodama, katerih jedna je brez mikroorganizmov, ne bomo posegli po oni, v katerih plavajo organizovana bitja, ki so dostikrat zelo nadležna vodovodu, če tudi niso zdravju škodljiva.

F. Cohn deli vode gledé na mikroorganizme v naslednje tri kategorije:

Vode, ki imajo malo organske tvarine. V njih plavajo diatomeje in zelene alge (*Conferva*, *Protococcus*, *Scenedesmus* itd.), a le tedaj, ako jih zadeva svitloba. V tem slučaju razkrajajo ogljikovo kislino v vodi ter jo porabljajo v živilo. Ob teh algah živi mnogo lepih infuzorij, osobito cilijati (*Nassula*, *Loxodes*, *Urostyle* itd.); od alg in infuzorij se hranijo entomostreceje (*Daphnia*, *Cylops*, *Cyris*), večina rotifer, ščetinasti črvi in ličinke od mušic. — Če množina teh organizmov ni prevelika, smemo trditi, da je voda čista.

2. Vodnjaki, v katerih je suspendovanih veliko organskih ostankov v trdni obliki. V taki vodi se šopirijo glive, živeče od organskih tvarin. Tako tudi mesojede infuzorije (razne amoebe, *Paramecium*, *Aurelia*, *Amphileptus* *Lamella*, *Oxytricha* *Pellionella* *Epistilis spec*, *Chilodon* *Cucullulus*, *Euplotes* *Charon* itd.), angulule, kotačnik, Rotifer *vargaris*, nekateri tardigradi in razne grinje.

3. Vodnjaki, ki imajo prav veliko organskih tvarin raztopljenih. Tu bivajo schizomyceti različnih vrst in večina izmed infusoria flagellata: Bacterije, vibrioni, spirilli, monade, chilomonade, kryptomonade, itd., nekatere amoebe, *Peranema* *trichophorum*; poleg njih nekaj velikih trepavičastih infuzorij (*Glaucoma* *scintillans*, *Vorticella* *infusionum*, *Colpoda* *Cucullus*, *Enchelys*, *Paramecium* *putrinum*, *Cyclidium* *Glaucoma*, *Leucophrys* *pyriformis*). — Vode te vrste so v stanji gnitja in vretja; dostikrat jih izda slab duh in uhajajoč plin. Pitne niso.

Etijologijska preiskava. Ona nas skuša poučiti o razmerah in vplivu vode do našega zdravja ter se navadno deli v mykologijski in v epidemio-logijski razisk. Pri prvem iščemo v vodi prouzročitelje bolezni, pri drugem pa poizvedamo pogoje, po katerih napadejo kužljive kali naše telo in širijo bolezen, ter se trudimo, spoznati natoro škodljive kali.



Dandanes se navadno poslužujemo indirektnega raziska. S sistematičnimi poizvedami in z izkusnimi preiskavami na okuženem kraju hočemo najti aetiologijske odnošaje med prouzročiteljem in boleznijo. Tedaj opazujemo vodo dotičnega kraja, njeno dviganje in nižanje ter njeno kakovost za časa bolezni in za časa zdravih razmer. Na tak način pozvedamo po vnanjem, pomožnem uzroku postanka in razširjevanja bolezni, potem pa še le skušamo dognati natoro njenega prouzročitelja.

Zanimivi so rezultati, ki jih je našel Kratter v Gradci o zvezi pitne vode z lokalnim razširjevanjem tifusa. V tem mestu je bilo v onih hišah, ki imajo dobro vodo (v poprej opisanem smislu) več smrtnih slučajev vsled tifusa, nego v hišah s slabo vodo. To velja posebno za desni breg Mure. Dolgoletni njegovi raziski niso pokazali nikake direktne zveze med vodo in kužno boleznijo.

Mikologijske preiskave pričajo, da so nalezljive bolezni večinoma bakterijske bolezni. A tu zadenemo na velike težave, ker je število bakterij ogromno veliko in se med njimi dokaj takih nahaja, ki so popolnoma indiferentne; veliko vrst redno dobivamo v vodi, ki jo skušnja in razisk proslavljata kot zdravo in pitno. Prevelika gorečnost more tu več škodovati temeljitemu znanstvenemu postopanju, nego koristiti. — V prvi vrsti je pač treba v pošteevzeti one mikroorganizme, ki se preiskovalcu bolnega trupla redno kažejo v organih in njihovih izmečkih, ter dognati, so li v kaki izrečni zvezi z boleznijo. V drugi vrsti pa moramo proučiti mikroorganizme, bivajoče v zraku, v vodi in v tleh v obližji bolnega človeka; z infekcijami moramo študirati njihove pathogenne učinke ter jih razpostavljati raznim načinom življenja, da spoznamo njihove lastnosti v vseh slučajih.

Opisana metoda je še le v početnem razvoju, a je brez dvoma prava pot, ki bode v prihodnjosti rodila obilen sad. Rezultat dosedanjih raziskov pa ni še tako prepričevalen, da bi bili vsi učenjaki istih nazorov; dokaz temu 48letni boj o teoriji pitne vode. —

## Vodovodi in vodnjaki.

Še dandanes občudujemo velikanske zgradbe, po katerih so starodavniki napeljavali vodo do svojih selišč. Posebno centrala rimskega cesarstva slovi zaradi mnogobrojnih vodovodov, ki so razvjenemu meščanu v obilici dovaževali hladne pijače in čiste moče za njegove kopelji. To gotovo dokazuje, da je bil pri Rimljanu čut za čistoto jako razvit; prenaglili bi se pa, ko bi trdili, da so le z ozirom na javne zdravstvene razmere vodili studenčnice in rečnice v mesto. Higijenski vzroki pač niso bili vselej merodajni, vsaj ne pri poznejših rimskih vodovodih, ki so jih gra-



dili razni vladarji zadnje dobe. Neki natórni nagón je gnal meščana v kopelji; tam se je telesno jednako dobro počutil, kakor na pr. pri krvavih gladijatorskih borbah. Cesar, ki se je hotel obdržati na valovih ljudske prijaznosti, moral je omahljivi masi skrbeti za oboje. Tako so nastajali novi vodovodi. Razumniki so se ve da znali ceniti ugoden vpliv čiste vode. Plinij trdi, da Rim šeststo let ni potreboval nikakih zdravnikov — razun kopališč!

V novi dobi smo starodavnike uže zdavnej prekosli. Posebno angleška, francoska in nemška mesta se odlikujejo s čudovitimi vodovodi, zgrajenimi z vsemi sredstvi, ki nam jih podaja moderna veda. Tudi v našem cesarstvu nismo zaostali; vodovod dunajski spada mej najznamenitejše zgradbe sedanjega časa, a tudi drugi jednaki vodovodi večjih avstrijskih mest slové zaradi zanimive in svrhi primerne uredbe. Vodovodi naših dnij preskrbljujejo velikanska selišča z vso potrebno vodo. Njihov namen ni, da bi prebivalcem dajali le izvrstne pitne vode, temuč zgrajeni so zato, da sploh pospešujejo porabo vode v interesu čistosti telesa in njegovega obližja; da v obilni meri in na pripraven način dovedó meščanu sveže, zdrave vode v hišo in njena nadstropja.

Ko govorimo o „potrebni vodi“ hočemo s tem izrazom do-  
ločiti ono množino, ki pride v 24 urah na jedno osebo, ako vso porabljeno vsoto (za pitje, umivanje, polivanje, snaženje, za živali, tovarne itd.) delimo s številom prebivalcev, ki ne štedijo z vodo, a tudi potratno ž njo ne ravnajo. Množino potrebne vode je težko natanko omejiti, kajti čim ložje človek do vode pride, tem preširneje postopa ž njo. Pri napravi novih vodovodov se v prvi vrsti ravnamo po skušnjah, ki so jih do sedaj naredila druga mesta s svojimi vodovodi. Kjer natanko pregledujejo porabljeno vodo s posebnimi vodomeri, je dnevni kvantum zdatno manjši, nego tam, kjer vsakdo brez kontrole toči vodo.

Tako porabi (v poprej navedenem smislu)

pri pregledni oddaji		pri nepregledni oddaji:	
Berolin	80 l	Frankobrod na M.	138 l
Wiesbaden	65 l	Devin	170 l
Vratislava	81 l	Düsseldorf	157 l

E. Grahn je poizvedel, da je l. 1875. izmed 80 nemških mest imelo vsako 179 l vode na razpolaganje (za jedno osebo na jeden dan). Jedna oseba pa je porabila povprečno le 69 l vode. B. Salbach je preračunal, da na podlagi sedanjih skušenj potrebuje prebivalec malih krajev 45 do 50 l vode; v krajih z 2000 do 5000 ljudij 100 l; kjer je nad 5000 prebivalcev, se pomnoži potrebna voda do 120 l in v velikih mestih 150 do 200 l na dan. Sploh je treba vodovod tako zgraditi, da zadostuje njegova voda leto in dan za vse potrebe. Ozirati se je ob jednom na



povečanje mesta in na število prebivalcev; vodovod mora biti tako obširen, da mu ne manjka vode tudi takrat, ko se je ljudstvo za  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  pomnožilo; urejen pa naj bo tako, da ga je moči pri priliki brez posebnih stroškov razširiti (A. Frühling).

V obližji večjih selišč dostikrat primanjkuje dobre pitne vode, a druge moče je v obilici. Zato so v prejšnjih časih tam pa tam gradili dvojnate vodovode: jednega za pitno, drugega za vodo v navadno porabo doma in zvonaj hiše. Sedaj iz tehničnih in higijskih ozirov ne delamo več dveh vodovodov za jedni in isti kraj. Voda za hišno rabo ne sme biti namreč nič manj čista in zdrava, nego pitna voda. Prosti ljud je tudi čestokrat zamenjaval vodo iz obeh vodovodov — pitno vodo je rabil za pomivanje in snaženje, drugo pa je pil in ž njo kuhal. Vrh tega so troški dvojnatega vodovoda veliko večji in zato so vsi novejši vodovodi jednoviti. Vendar govorimo navadno le o vpeljavi „pitne vode“, če tudi s tem izrazom razumevamo sploh napeljavo primerne vode za vse potrebe omikanega človeka.

Predno pričnemo graditi vodovod, treba je vestno in dolgotrajno preiskovati množino vode na onem mestu, kjer jo hočemo zajeti. Le tedaj, ko najdemo dovolj vode tudi v najneugodnejšem letnem času, se smemo odločiti za napeljavo iz tistega kraja. Vsaj leto in dan je treba meriti množino vode posebno paziti za časa suše, kako se dviga in pada površje studenca ali izpodtalne vode. Se-ve, da moramo ob jednom tudi poizvedeti, če zadostuje kakovost vode vsem tirjavam, ki jih stavi higijena do dobre pitne vode.

Vodo za vodovode nam dajo razni viri: 1. studenci (sploh izpodtalna voda), 2. potoki in reke, 3. ribniki in jezera, 4. izpodnebna moča. V vsakem slučaju se moramo držati onih vodilnih načel, ki smo jih ob kratkem označili v prvem delu svojega spisa. Največ zaupanja imamo navadno do studenčnice, ki izvira v samotnem gorovju, ali do potoka, ki se vije po pogorski pokrajini, daleč proč od večjih človeških bivališč. Bolj sumljiva je tekoča voda, katero zajemamo v bližini obljudenih mest in vasij; na poti v ravnino je imela dokaj prilike, da je sprejela vase nezdravih in nečistih elementov. Kjer nam je voliti med studenčnico (izpodtalno vodo) in rečnico, odločili se bomo vselej za prvo, če le sploh zadostuje znanim pogojem. Tudi bomo pač rajše napeljali vodo iz potokov in jezer, kakor da bi lovili izpodnebno močo v posebne vodoshrambe. Gorska jezera imajo skoraj brez izjeme lepo čisto vodo; jezera v nižini pa niso nikdar dovolj čista. Vselej imajo v sebi dokaj plavajočih drobcev, mineralskih in organskih ostankov, ki dajo taki vodi znani, neprijetni duh (narod pravi, da voda diši po „ribah“). Vode te vrste niso sposobne za vodovode.



Z ozirom na dobavišče vode je nemško društvo za javno gojenje zdravja izreklo naslednje točke (l. 1876.):

„Studenčnica, izpodtalna voda in filtrirana rečnica se morejo porabiti; kedaj ima prednost jedna ali druga, o tem odločujejo krajevne razmere.

Ako so kvantitativne in kvalitativne razmere jednake, zasluži prednost ona voda, ki:

- a) omogoči tako varno in prosto zgradbo, da nam najboljše jamči nemoteno dobivanje, in ki
- b) zahteva najmanjše stroške za osnovo in vzdrževanje.“

Če ne zadostuje jeden studenec, združiti jih je treba več skupaj v jedno zbirališče. Posamezne izvire moramo objeti z varnostnimi pripravami, da ohranimo vodo v kvalitativnem in kvantitativnem oziru. Zgraditi je treba posebne zbiralne rove in vodnjake, v katerih se staka čista studenčnica. Krog njih nasadimo razno drevje in skopljemo jarke, da zabranimo površni moči in njeni umazaniji pot v zbirališče pitne vode.

Kjer vzamemo izpodtalno vodo, moramo strogo paziti, da zavrtamo vodnjake na pripravnem mestu. Blizu večjih selišč jih ne smemo vrtati; tudi se je treba ogniti bližine onesuaženih rek, katerih voda prodira podzemno v sosednji svet in se pomeša z izpodtalno vodo. Za posamezne vodnjake treba paziti, da jih napravimo v zgornjem teku podzemne vode, kajti v spodnjem so se morebiti uže navzeli razne nesnage. Kjer površje pozemne vode visi, ne bodemo kopali vodnjaka pod gnojnimi jamami, temveč nad njimi, da zavarujemo odpadkom pot v vodo. Vodnjak za navadno rabo naj ima vsaj 80 cm notranje svitlobe; od stranišč, mestnih kanalov itd. mora biti najmanj 5 m oddaljen in dobro obzidan, na vrhu skrbno pokrit. Za večjo porabo vode napravimo več vodnjakov, ki so tudi širji in navadno globlji, kakor posamezni hišni vodnjaki. Med seboj so zvezani s štolnjami. Dno vodnjakovo je 3 do 6 m niže, nego je površina najnižje izpodtalne vode.

Potočnica in rečnica ima v svojem teku jako različne sestavine v sebi. Časih sprejme razne nesnage, pozneje pa se jih zopet iznebi in postane čista,<sup>1)</sup> ako morebiti ne zajdejo v novič neugodne primešanine vanjo. Kedar hočemo porabiti rečnico v pitno vodo, poiščimo mesto, o katerem znamo, da se tam ne staka nikaka nesnaga v vodotoč. V tomunih in stranskih rokavih, kjer voda leno in počasi teče, ne hodemo zajemali. Sprejemalno cev potisnemo precej daleč od brega ter jo pokrijemo z mrežo, da ne more različna debela nesnaga vanjo.

<sup>1)</sup> Narodna prislovica pravi, da se voda uže sčisti, ko teče „čez devet kamenjev.“



Za ribnike in jezera veljajo v obče ista pravila, kakor za rečnico. Ribnike skopljejo v tla, kjer se potem zbira izpodnebna moča in bližnji studenci; časih pa zajezé cele doline z velikimi nasipi, za katerimi zastaja voda. Posebno na Angleškem so priljubljene take naprave; zato jih tudi zaznamujemo kot „angleški sistem.“

Izpodnebno močo nabiramo v „kapnicah“; voda v njih je mehka in rabi navadno le v kuho, pomivanje in za druge hišne potrebe. Le v najhujši sili pijo ljudje rumeno vodo iz kapnic.

Čiščenje pitne vode. Ako ne moremo dobiti primerne čiste vode, ki bi zadostovala vsem našim potrebam, skušamo si pomagati z vodo, ki nam je sploh na razpolago. A predno jo pijemo, jo očistimo; z raznimi sredstvi ji namreč odstranimo suspendovane organske in neorganske tvarine, ter ji zboljšamo okus. Uže starodavniki so vodo precejevali (filtrovali) in ji dodajali čistilnih tvarin. Plinij pripoveduje o skledah, v katerih so Rimljani vodo precejevali skozi volno. Nezdravi vodi so primešali zdrobljene mete (*Mentha pulegium* L.), ter menili, da so s tem uničili vse škodljive njene sestavine.

Filtrovanje vode odstrani iz nje suspendovane drobce. V novejšem času so izumili veliko število cedil za dom, za obrtnije itd. Vodo precejamo skozi oglje, kamenje, pesek, volno, pavolo razne tkanine (ki so napojene s čresleno kislino, galunom, železnimi solmi itd.), železno gobo, morsko gobo in dr. Vsako cedilo moramo pridno snažiti, kajti kmalu se zagloči z onimi tvarinami, ki jih je vodi vzelo. Tako cedilo nam potem vodo onesnaži, ne pa očisti.

Kjer precejamo vodo v večji množini, je treba vso napravo zgraditi v veliki meri. Voda teče skozi čist pesek. Cedilo je zidano. Vanj nasujejo več plastij peska; debelejša zrna spodaj, drobnejša na vrhu. Pod peskom je odprtina za odtok precejene vode, ki teče v vodoshrambe, iz katerih se podá naravnost v cevi. Pesek je vsaj 1,5 m visoko nasut ter ima kacic 7 raznih plastij. V prvi leže zrna, do 60 mm debela, v drugi 45, v tretji 30, potem 15, 7,5, 4 in 2 mm. Če ni voda preveč onesnažena, drži se cedilo več mesecev; za časa kalne vode pa ga je treba v malo dneh popraviti. Blato se vleže v zgornje plasti, 2 do 5 cm globoko. Zato odstranimo vrhovni nasad, pomijemo skrbno blatnati pesek in ga zopet nasujemo na prvotno mesto.

Voda zgubi v cedilu vsa plavajoča telesa, vrh tega pa popusti v pesku nekaj raztopljenih organskih tvarin. Veliko pa jih prinese tudi skozi pesek s seboj; zato nam precejena voda ne daje nobenega poročstva, da je zdrava in pitna. Novejši raziskovalci trdijo, da celo razni mikroorganizmi uidejo skozi cedilo; sploh filtriranje nikakor ne jamči, da je voda popolnoma zdrava zapustila peščene plasti.



V čiščenje vode rabijo nam še druge metode. Znano je, da kuhana voda zgubi dokaj svojih sestavin. Ogljikova kislina jo zapusti, ž njo vred pa se ločijo iz vode karbonati ter se posedejo po vodi. Zato postane voda mehkejša. Tudi razni mikroorganizmi poginejo v vroči vodi, ako vsaj nekaj minut vré. Za vsa mala bitja pa tega še ne moremo trditi; tudi raztopljeni strupi ne zgubé svoje moči. V obče je voda veliko varnejša, ko je kuhana. Absolutnega poroštva pa vendar nemamo, da je zgubila vse škodljive kali. — Destilovanje (prekapanje) vode služi posebno mornarjem, da si iz morja napravljajo pitno vodo. Prekapanje na ladijah je v obče jednako onemu, ki ga izvršuje kemik, da dobi svojo „aqua destillata“. Vendar je treba previdno postopati, ako hočemo dobiti čisto vodo in varovati svoj aparat. Destilovana voda pa še ni pitna. Poprej jo mešajo z zrakom in precejajo skozi pesek ali oglje, da se napije onih tvarin, ki ji vzemó plehkost in ji dajo pitnost. — Na mnogotere načine čistijo vodo kemijskim potom. V takih slučajih rabijo različne tvarine, ki taložijo neprijetne vodne sestavine ali jih po oksidujejo; nekatera sredstva vzemo vodi slab duh ter jo naredé bolj okusno. A primేశanine poslednje vrste navadno le varajo naša čutila; v istini ne poboljšajo pitne vode ter ne uničijo škodljivih substancij v njej. O kuhenjski soli imajo vero, da uniči organska bitja. Zato vsujejo v vodnjak pergišče soli, ter mislijo, da so ž njo dosegli zaželeni vspeh. Znanstveno ne moremo podpreti tega postopanja. Za tolaženje neugodnih sestavin vzamejo vapneno vodo, galún, železne soli, čresleno kislino itd. A tudi v tem slučaju ne poginejo in ne izpadejo mala bitja in sumljive raztopljene tvarine se ne razkrojijo. — Organske sestavine skušajo uničiti z oksidacijo s pomočjo kalijevega permanganata, pa ne vselej z ugodnim vspehom, kajti kalijev permanganat ne okisa vseh organskih tvarin in ne razruši vseh fermentov. F. Schulze priporoča naslednjo metodo, ki napravi iz zelo slabe vode rabljivo pitno vodo. V vodo vlijemo malo vapnenega mleka in toliko kalijevega permanganata, da ji ostane čez 15 minut še slaba rudečkasta barva. Od nastale oborine odlijemo vodo proč, ter ji pridenemo natrijevega bikarbonata, ki odpravi preobilno vapno. Ko smo odstranili vapneno oborino, neutralizujemo ostanek s solno kislino. Pri tem uhaja ogljikova kislina, ki popravi slab okus.

### ○ napeljavanji vode.

Kjer si vodo napeljemo od daleč do svojih selišč, porabimo vse pripomočke, katere nam dandanes podaja tehnika. Vodovodi morejo biti dvojni: gravitacijski in tlakovni. Pri gravitacijskih vodovodih mora dobavišče tako visoko ležati, da priteče voda z lastno težnostjo do mesta; pri vodovodih z velikim



tlakom pa stroji dvigajo vodo kviško, da potem sama ali pa s pritiskom v zaprtih cevéh teče v namenjeni kraj. Dolžine vodovodov so časih velikanske. Studenci dunajske vode leže 97 km oddaljeni od mesta; posebno dolge vodovode ima francoska stolnica; jeden meri 131 km, drugi pa 173 km — tedaj veliko daljši, nego so bili akvedukti starega Rima, ki so bili dolgi od 19.5 do 100.6 km.

Iz vodovoda je voda speljana ali naravnost v mestno cevno mrežo, ali pa teče poprej v posebne vodoshrambe, iz katerih drže cevi v hiše. V prvem slučaju mora biti vodovod toliko zdaten, da zmaga tudi največjo porabo vode; drugače pa je treba zgraditi posebne velike vodoshrambe, v katere spuščamo neporabljeno vodo, da imamo zalogo za neugodne dni. Pri vodovodih z velikim tlakom so bili poprej običajni takozvani „vodni stolpi“, v katere se je stekala voda iz vodovoda. Iz teh malih rezervoarjev na visokem temelju peljejo cevi v mesto. Vodni stolpi so bili nekdanj potrebni; imeli so nalogo, urejevati in zmanjševati vodni pritisk, ki jako naraste, ako potrošek nagloma pojenja. Sedaj si znamo pomagati brez vodnih stolpov. Tlakovnim sesalkam damo velike vetrenike, tlakovnim cevém pa zaklopnice varnice, ki se samodelno odpró, kedar naraste pritisk.

Vodoshrambe morajo imeti toliko prostornine, da morejo vsaj jeden dan selišče preskrbeti z vodo. Zgrajene so blizo kraja na kaki višini. Časih postavijo mesto jednega dva visoka rezervoarja na dveh nasprotnih koncih selišča, ter ju zvežejo s prostorno cevjó. Vodoshrambe so zidane z opeko in ometane s cementom ali pa so železne. Če je le mogoče, skopljemo jih v tla, da ne more dnevna vročina in mraz do njih. Na oboku nasujemo 1 do 1½ m na debelo prsti in jih sploh obdamo s slabimi prevodniki toplote, da je notranja temperatura kolikor možno neavisna od vnanje toplote. Velike važnosti so tudi priprave, po katerih teče voda iz dobavišča v vodoshrambo in iz poslednje v mesto. Dobre vodovodne cevi morajo biti v kemijskem in fizikalnem oziru kolikor mogoče indiferentne. Pretakajoča se moča ne sme od njih sprejeti nikakih škodljivih (kovinskih) snovij in nikakih neprijetnih primešanin (železo, gnjile lesne odpadke itd.); cevi pa morajo biti toliko vztrajne, da jih ne poškodeje ne notranja, ne vnanja moča; tudi naj imajo dovolj upornosti za notranji in vnanji pritisk. Kjer je denarja in časa na razpolaganje, napravijo zidane kañale od dobavišča do vodoshrambe. Zgrajeni so od opeke in s hidravlijskim vapnom nepremočno ometane; prerez jim je okrogla ali jajasta ter tolika, da more delavec zlesti vanjo. Zato pusté na vsakih 300 m posebna okna za vhod in odhod. Poleg njih postavijo stolpiče za ventilacijo (1500 do 2000 m narazen). Kanali gredó skozi gore po tunelih, čez doline po posebnih mostovih. Sploh jih je treba vselej poglobiti v zemljo,



ali vsaj s prstenimi nasipi zavarovati, da se po leti preveč ne ogrejejo, po zimi pa ne ohladé. Starodavniki so skoraj izključljivo rabili zidane kanale. V zgled navedem vodovod, ki ga je l. 305 po Kr. zgradil Dioklecijan v Splet. Dolg je 11 km, ter je pripeljal vsak dan 15.000 m<sup>3</sup> vode v mesto. Skozi gore so bile prevrtane štolnje, čez doline pa zidani akvedukti. Prerez kanalu je bil približno 1 m<sup>2</sup>, višina 1.6 m in širina 0.75 m. Akvedukti so z rezanega kamenja (kraški vapnenec).

Pri manjših vodovodih vložimo mesto zidanih kanalov cevi iz cementa ali glinice z okroglim ali (pri cementnih cevah) z jajstvim prerezom. Da jih ne stare vnanji tlak, morajo ležati vsaj poldrugi meter globoko v zemlji.

Veliko boljše nego cementne so železne cevi; odlikujejo se z veliko absolutno in relativno trdnostjo, ter se dajo vliti v vsaki poljubni obliki. Trajajo zelo dolgo, ako nima voda sestavin v sebi, ki neugodno vplivajo na železo. Znotraj se dela potem rujà in voda se napojí železa. Tudi nastopijo v cevih čudne gomoljaste konkrecije, ki sestojé iz raznih stopinj železnega oksida. Ti izrasteki zožijo profil cevi tako, da je kmalo treba položiti nove. Vnanja moča isto tako škoduje cevem, da začno rujaveti, posebno tedaj, če ležé sedaj v suhi zemlji, sedaj pa jih zaliva izpodtalna moča. Poskušali so na razne načine konservirati železne cevi. Najboljše je baje metoda Angus Smith-ova: Segrete cevi se pomočijo v zmeso degeta (Theer) in lanenega olja, ki imata toplote 150° C. Pri izviru od glavne cevi imajo postranske cevi posebne zapore ali zatvornice in na različnih mestih priprave, da se more voda spustiti iz njih; porabimo jih tedaj, ko je treba cev popravljati. Na najviših mestih stojé zračne pipe, skozi katere spusti čuvaj zrak, ki se nabira v najviših delih vodovoda. Železne cevi morajo zdržati tlak 12 atmosfer; pri poskusu jih tolčejo z železnimi, 0.5 do 1.5 kg težkimi kladvi, da konstatujejo njihovo upornost.

Poprej so dostikrat rabili lesene cevi, vsaj za krajše vodovode. Najbolj so čislali v pozni jeseni posekana debela jelka in smereke. A ker trajajo le kacic 12 let in rade onesnažijo vodo, jih sedaj pri novih napravah pač malo rabijo.

Poleg železnih cevij priporočajo tudi steklene, ki so baje izvrstne. A obširneje jih do zdaj še nikjer niso uporabili. Tudi papirnate cevi hvalijo. Delajo jih od brezkončnega papirja, ki ga namočijo v stopljeni kámeni smoli. Te cevi zdrže do 20 atmosfer tlaka in so menda neomejeno trpežne; vrh tega so popolnoma nepremočne in toploto slabo vodijo. Ker jim tudi cena ni visoka, imajo morebiti veliko prihodnost.

Iz vodoshramb teče voda po cevni mreži po vsem mestu, do najvišega nadstropja. Glavne poulične cevi morejo biti položene na dva načina: po razraščevalnem in obtočnem



sistemu. Pri razraščevalnem sistemu se cepijo posamezne cevi od osrednje tako, kakor veje od drevesnega debla; pri obtočnem sistemu pa je cevna mreža urejena tako, kot ocevje pri krvnem obtoku. Čeravno prvi način manj stane, je vendar drugi sistem boljši, ker se v cevéh ložje poravnajo različni tlaki in voda dlje časa sveža ostane. Od glavne cevi odcepijo v vsaki ulici jedno ali dve postranski, z glavno vzporedni cevi. Od teh se vijejo ožje cevi v hiše.

Hišne cevi delajo iz železa, svinca in kositra s svinčnim obodom (plaščem). Zdržati morajo tlak 12 atmosfer. Najbolj v navadi so svinčene cevi, ki jako dolgo trajajo in so tudi po ceni. Samo v mokrih tleh in pod cementnim ometom postanejo krhke ter se pokvarijo. Tudi podgane jih časih preglodajo. Žal, da niso povsodi rabljive. Nekatere vode stopé namreč nekoliko svinca ter ostrupijo ljudi in živali. Vendar so nasprotni slučajji mnogo številnejši. Veliko mest ima pri svojih vodovodih svinčene cevi, pa vendar nikdar ne čujemo, da bi otrovno vplivale na prebivalce. Vzrok, zakaj da nekatere vode svinec načnó in raztopé, še ni povsem jasen. Trde vode (8—15°) se poprej lotijo svinca, nego mehke, ki imajo 1—6° trdote; tudi gotova množina kloridov, nitratov in nitritov pospešuje raztopnost svinca. Posebno pa deluje v tem smislu zrak, ki je vodi primešan. Zračni kisek napade kovino ter tvori ž njo okside, ki zajdejo v vodo. Vendar smemo v obče trdití, da navadna studenčnica in voda iz vodovodov ne raztopita svinca; nasprotnih slučajev je tako malo, da je strah pred svinčeno cevjó neopravičen. Osobito tam, kjer se voda v cevi šestokrat menjuje, ni nikake nevarnosti. Boječi ljudje spusté zjutraj iz pipe ono vodo, ki je po noči stala v hišni cevi; to je vsega priporočila vredno, kajti po dolgem stanji je lažje mogoče, da se je voda navzela svinca, nego tedaj, ko hitro teče po njej do pipe.

Prebivalec dobi vodo ali zastonj iz vodovoda, ali pa mora zanjo plačati letni davek, ki se zračuna na razne načine; po številu sob, po površini tal v stanovanji, po najmovini, po hišnem davku, po številu rodbin in njenih oseb, po posestvu, po vodomernu. Voda se mu oddaja brez kontrole ali s kontrolo. V prvem slučaju se veliko vode potrafi in po nepotrebem vzame iz cevi; kjer tedaj ni brezmejno vode na razpolago, treba paziti na to, da ljudje vode če tudi ne štedijo, vendar ne zapravljajo. Tedaj se mora poraba vode urediti in z raznimi sredstvi zagotoviti pametno ravnanje z vodo. Zato jo oddajajo podjetja na tri načine: po neprestanem, po prenehajočem in po neomejenem sistemu. V prvem slučaju teče voda neprestano iz cevi. A premer cevi je tako urejen, da še le v 24 urah izteče iz pipe toliko vode, kolikor jo je odmerjene posamezniku. Po prenehajočem sistemu dobi konsument določeno množino vode, spusté mu jo v



določeni uri iz glavne cevi, potem pa pipo zapró. Na tretji način oddajajo vodo neomejeno, prebivalec odpira in zapira pipo sam ter si naliže vode, kolikor hoče. Da mu vedó zaračunati porabljeni kvantum, napravijo posebne vodomere (kakor pri plinovi svečavi), ki na svojem kazalcu naznanijo število litrov, — ali pa oddajo vodo na diskrecijo. Zaupni možje namreč cenijo množino vode, s katero obitelj lahko shaja; potem pričakujejo od nje, da je ne bode tratila po nepotrebnem. Tu se sicer javljajo različni nedostaki; nekatere hišne gospodarje obdačijo preveč, druge premalo, a vendar ima oddaja opisane vrste prednost pred drugimi, ker vodomeri občutljivo podražijo vodovod, poleg tega pa tudi niso vselej zanesljivi. Od dobrega vodomera tirjamo, da nam pové najmanjše in največje množine vode, ki more skozi aparat; da se tlak zdatno ne zmanjša, ko teče voda skozi in da ni vodomer predrag. Zadnje zahtevanje je danes težko spolniti, kajti dobri vodomeri stanejo od 45 do 180 gld. V rabi sta posebno dva sistema: vodomeri z bêtom in vodomeri s kolesom na lopate. Pri prvih teče voda v posebne cilindre in dviga v njih bêt, ki dregne v brojilo, na katerem naravnost čitamo množino porabljene vode. Vodomeri s kolesom na lopate pa imajo v sebi kolo, ki ga vrtí pretakajoča se voda. Število vrtežev je sorazmerno množini porabljene vode; to nam označi brojilo, zvezano s kolesom.

Troški za vodovode so zavisni od mnogobrojnih faktorjev. Zanimiva je v tem oziru statistična tabela E. Grahnova. Od 159 angleških mest jih ima 63 gravitacijske vodovode, 53 pa vodovode z umetnim tlakom. Izmed 80 nemških vodovodov jih je 35 prve vrste, 33 druge; 68 nemških mest pipe studenčnico in izpodtalno vodo, 12 pa rečnico. Povprečno znašajo troški (v markah):

Število mest	Način dobivanja	za jednega prebivalca	za kub. meter vode, ki je v 24 urah na razpolago
angleška mesta:			
50 oziroma 48	umetno dviganje . . . . .	46	234
64 oziroma 56	gravitacijski vodovod . . . . .	46	267
nemška mesta:			
3	rečnica (nefiltrvana) . . . . .	26·87	123·28
9	rečnica (filtrvana) . . . . .	23·86	130·68
33	izpodtalna moča } umetno dvi-		
	in } ganje . . . . .	28·80	148 68
35	studenčnica } natorni tlak . . . . .	52·88	297·47



Dunaj ima gravitacijski vodovod, ki ga je zgradila občina. V Graecu pa je vodovod privatno podjetje. Iz dveh vodnjakov (Hauptbrunnen in Wiesenbrunnen) na severu mesta zajemajo vodo s sesalkami ter jo tirajo v mesto. Prvi vodnjak je 9 m globok, 5 m širok in 42 m od Mure oddaljen, drugi pa 8.5 m globok, 6 m širok ter 18 m proč od Mure. O kakovosti vode v dunajskem in graškem vodovodu se lahko prepričamo iz tabele, ki jo bomo navedli pri opisu ljubljanskih vodá.

### Ljubljanske razmere.

Da v stari Ljubljani talne razmere niso ugodne dobri pitni vodi, vé pač vsakdo. Stoletja in stoletja prodira uže mestna nesnaga v zemljo ter napaja tla globoko navzdol. Zastarela kanalizacija skrbi tudi po svoje zato, da se mešajo človeški in živalski odpadki z izpodtalno vodo. Vodnjaki kranjske stolice so po tem takim jako slabi. Silne množine klora v njihovi vodi pričajo, da popije stanovništvo ljubljansko z vsakim požirkom vode dobršno porejijo gnojnice in druge ne ravno vabljive sodrge. Naravno je tedaj, da je vprašanje o zdravi pitni vodi postalo akutno za razvoj in osodo glavnega mesta. Dné 29. maja 1885 se je ustanovil poseben odsek za mestni vodovod, kateremu je predsednik mestni odbornik g. Ivan Hribar. Naloga mu je bila, da ukrene vse poizvede, ki so potrebne v grajenje vodovoda. Odsek se je obrnil do strokovnjakov; ti so pregledali ljubljanske vodnjake ter iskali dobrih pitnih vodá v ljubljanski okolici, ki bi bile sposobne, da se napeljejo v mesto. Preiskava vodnjakov je očividno pokazala, kako skrajni čas je, da odstranimo sedanje razmere.

Kemijsk razisk je izvršil profesor Balth. Knapitsch.<sup>1)</sup> Veliko vodnjakov je tako slabih, da bi najbolje ukrenili, ko bi jih nemudoma zasuli.

Trdnih sestavin nahajamo v njih navadno 60—100 delov, a v normalni vodi jih ne sme biti čez 50. To dokazuje, da je veliko organske tvarine v tleh, ki daje izpodtalni vodi ogljikovo kislino; s pomočjo te spojine more voda toliko solij raztopiti. Kuhenske soli bi smela imeti voda približno 4 dele v 100.000 delih, ako se oziramo na normalne razmere v Ljubljani. A dokaj vodnjakov se neugodno odlikuje z veliko večjo množino soli, ki dohaja vanje večinoma iz pouličnega blata in stranišč. Vodnjak za stolno cerkvijo ima 15.795, v Nušakovi vojašnici 15.21 delov

<sup>1)</sup> Po njegovem poročilu so posnete naslednje številke.



klorovega natrija. Nekatere vode ga imajo nad 20 delov, na pr. vodnjak otroške varovalnice 24·57; vse pa prekosi vodnjak v farovžu sv. Jakoba; tu nahajamo 36·85 delov kuhenjske soli!

Teh par zgledov pové, da nikakor ne kaže, kopati v Ljubljani novih vovovodov; tako so tla onesnažena. Treba se je ozreti v okolico mestno, ki nam podaja neizmerne množine sveže in zdrave vode.

Na jugozahodu ljubljanskega mesta se širi barska latvica, obdana krog in krog z nepretrganim robom; le pri Ljubljani se poniža natorni zid in tu se odtekajo vse vode, ki napajajo kotlino. Gorovje krog barjã pripada kraškemu gorstvu ter sestoji iz skrilavcev triasne tvorbe ter iz vapnencev in skrilavcev karbonove formacije, iz vapnencev in peščencev kredine eocene formacije. Iz takega gorstva tekó navadno dobre pitne vode; dokaz temu so gorenjska gorovja, ki so bistveno ravno tako sestavljena.

A barska kotlina in njena stojeãa moãa neugodno vplivata na studence ob robu, ki se tedaj uže a priori ne morejo toliko pripočati, kakor gorenjske vode.

Na gorenjski strani se širi ob Savi velika, diluvijalno-tercijarna kotlina, po kateri se pretaka neizmerno moãe. Podkorenska Sava, Savica, Tržiška in Kamniška Bistrica, Kokra in druge reke jo napajajo z najlepšo vodo. Gorovje na severnem robu ne sestoji iz samega vapnenca; karavanke imajo dokaj skrilavcev in peščencev silurske in karbonske formacije med katerimi so raztreseni vapnenci in dolomiti silurske, karbonske in triasne tvorbe. Izpodnebna moãa napaja torej v teh gorah vapnenãeve in skrilave hribine; potoki imajo vodo, ki je nekako v sredini med vapnenãevimi (trdimi) in skrilavãevimi (mehkimi) vodami.

Potoki in reke gorenjske kotline oddajajo svojo moão deloma prodovju, ki v več ali manj debelih plastéh pokriva raván. Pod zemljo se pretaka voda nižje in nižje ter časih kot mogočen in krasen studenec prodere na dan. Gorenjska diluvijalno terciarna kotlina je velikanska in neusahljiva vodoshramba izpodzemne moãe!

Oziraje se na te geologijske razmere krog glavnega mesta, sklenil je vodovodni odsek, da se natanãneje preišãejo naslednja obvirja:

1. Viri pri Studencu (pri Fužinah), 2. viri pri Skaruãini, 3. izpodtalna savska voda med Savljami in smodniškim stolpom in 4. viri pri Babjem Dolu. Druga dobavišãa niso prišla v poštev čeravno so v priãetku 53 vodã pregledali in nekoliko preiskali. Viri pri Studencu, pri Skaruãini in izpodtalna voda na ljubljanskem polji imajo jeden in ist postanek: izpodtalno moão gorenjske latvice. Viri v Babjem Dolu so nezavisni od kotline in ne stojé v nikaki zvezi z njeno izpodtalno vodo.



V vseh štirih slučajih je voda izvrstna, ako jo sodimo s stališča, ki smo ga poprej označili. Razisk se je sicer vršil večinoma samó s kemijskega in fizikalnega stališča. Podrobne mikroskopijske preiskave, žal, še nemamo.

Naslednja tabela nam kaže kemijsko kakovost imenovanih vodá:

	Babji Dol	Skaručina (Povodje)	Studeneč	Izpodtalna voda pri Stožicah
kremikova kislina . . . . .	0·155	0·45	0·605	0·25
kalcijev oksid . . . . .	7·374	4·58	9·128	8·12
magnezijev oksid . . . . .	1·770	1·19	2·84	2·137
železni oksid . . . . .	0·180	0·08	sledovi	0·3
klorove alkalijske . . . . .	0·390	0·130	0·36	0·50
klor . . . . .	0·162	0·081	0·27	0·266
solitarna sokislina . . . . .	—	—	—	—
solitarna kislina . . . . .	—	—	1·45	0·466
amonijak . . . . .	—	—	—	—
žveplena kislina . . . . .	0·084	0·017	0·551	0·482
prosta in na pol vezana ogljikova kislina	118·8 mg v l	123·2 mg v l	173·8 mg v l	107·8 mg v l
Rade se okisajoče or- ganske substancije	nedoločljivi sledovi	0·0533	0·080	0·0501
Trdne sestavine . . . . .	18·65	15·1	25·7	19·9
Trdota . . . . .	9·95	6·24	13·09	16·6
Zaostanek pri žarenji	15·7	6·2	20·05	11·11
Temperatura meseca septembra in oktobra	9—10·5	10·5—11	11·5	10·5

Da moremo primerjati dobroto preiskanih virov, sledi tu kakovost dunajske vode:



V 100.000 delih je	Sixtenstéin l. 1861	Kaiser- brunnen l. 1864	Visoka vo- doshramba l. 1884	Voda v Pott- schachu
kremikove kisline . .	0·25	0·18	0·208	0·208
kalcijevega oksida .	10·49	6·09	7·39	8·327
magnezijevega oksida	1·72	0·88	1·391	1·639
železnega oksida . .	sledove	sledove	0·001	0·001
kloralkalij . . . .	0·346	0·494	0·803	1·356
klora . . . . .	0·20	0·09	0·132	0·356
solitarne sokisljne .	—	—	—	—
solitarne kisline „	—	—	—	—
žveplene kisline . .	1·77	0·60	1·251	2·11
amonijaka . . . .	—	—	—	—
proste in na pol vezane ogljikove kisline	—	—	—	—
hitro se okisajoče or- ganske substancije	1·10	0·08	0·025	0·035
	preračuneno na rudninski kameleon			
trdnih delov . . . .	—	—	17·59	20·64
zaostanka pri žarenji	25·42	13·45	—	—
trdota . . . . .	12·9	7·3	—	—

Voda v graškem vodovodu ima trdoto 8·3; zaostanka pri žarenji 193 *mg*, klora 6·7 *mg*, organske substancije 0 *mg*, solitarne kisline 3·7 *mg*, solitarne sokisljne 0 *mg* in amonijaka 0 *mg* v jednom litru.

Številke v tabelah pomenijo dele v 100.000 delih vode. Samo ogljikova kislina je izražena v *mg* (miligramih) v jednom litru.

Ako primerjamo preiskane vode s slovečo dunajsko, vidimo takoj, da jo deloma celó prekose, ako vzamemo za merilo one tirjatve, ki se navadno stavijo do dobre pitne vode.

Viri pri Studencu imajo več velikih napak. Za časa povodnji se jim primeša umazana Ljubljaničica. Ko bi jih napeljali v mesto, privedli bi z velikim trudom ob taki priliki ono nesnago nazaj, ki se jo je bila malo poprej napila Ljubljaničica. Trebalo bi dobro izolirati izvire, kar bi stalo veliko troškov. Nad izvirov leži tudi pretenka plast prodovja (debelost ji je 8 *m*); skozi tako tenko odejo bi se voda preveč ogrela, oziroma ohladila v raznih letnih časih. Gnoj iz bližnjih njiv bi prodiral skozi tla v studence in jih onečiščeval, škodljive kali bi meteorska voda lahko



direktno vanje zanesla in okužila vodovod. Viri leže tudi jako nizko, 275·2 *m* nad morjem, tedaj 23 *m* pod horizontom ljubljanskim, kateremu je kôta 298 *m*. Morali bi postaviti sesalke, ki bi dvigale vodo v mesto in od tam v vodoshrambe. Porabili bi torej veliko denarja za vodo, ki je v vedni nevarnosti, da se pokvari in neužitna postane.

Viri krog Skaručine leže nad mestnim horizontom; najnižima dvema je nadmorska višina 316·1 *m*, oziroma 316·4 *m*; tedaj sta kakih 18 *m* nad Ljubljano.

Voda teh studencev bi prišla z lastnim tlakom v mesto in tudi še v najnižje hiše. Le v bolj visoke oddelke bi jo morali dvigati s stroji. Ko bi pa segli nekoliko nazaj ter vjeli vire krog Brega in Lahovč, ki izvirajo 340 *m* nad morjem, dospela bi voda z lastnim pritiskom v najvišje kraje. Tako bi se ognili dragih in kočljivih parnih strojev. Se vé, vodovod bi bil mnogo dražji, kajti dolgost bi mu bila v zadnjem slučaju 18 *km*; od Skaručine do Ljubljane pa je le nekaj nad 11 *km*.

Pod ljubljanskim poljem se pretaka obilno izpodtalne vode, ki je geologično istega izvira, kakor studenci pri Skaručini in pri Fužinah. Samo da je njeno površje veliko nižje kakor pri skaručenskih virih. Prodova plast je med Savljami in vojaškimi magacini kacih 20 *m* debela; od zvnaj ne more tedaj nikaka škodljiva primešanina dospeti do izpodtalne vode. Trebalo bi kopati velike vodnjake, iz njih pa vodo dvigati s parnimi stroji ter jo gnati v mesto. Vodovod bi bil jako kratek, kajti smodniški stolp je oddaljen od Ljubljane le 2½ *km*, Savlje pa 4½ *km*; ko bi na sredi med obema zgradili vodnjake, bi dovod meril kake 3 *km*.

Obvirje Babjega Dola obsega 7 večjih studencev, ki dajó v ugodnem času 6000 *m*<sup>3</sup> vode na dan. Izpodnebna moča pada v tej dolini najprvo na vapnenec in dolomit ter ju pronicuje. Konečno dospé do karbonskega skrilavca, ki je podlaga vsemu ondotnemu gorovju. Najnižji studenec izvira 358·8 *m* nad morjem, tedaj kacih 60 *m* nad ljubljanskim horizontom. Voda bi potrebovala 13 *km* do mesta, a prišla bi z lastnim tlakom in se dvigala sama čez najvišja nadstropja; izmed vseh preiskanih vodá je najbolj čista. Neugodno je to, da se po leti preveč ogreje (do 15° C) in da ob suši jako usahne. Ko bi se mesto povečalo, bi ne mogli pridružiti sedanjemu dobavišču novih virov, kajti prostor je zelo omejen in majhen.

Glede na te rezultate je vodovodni odsek sklenil, da se ne bode oziral na studence pri Fužinah in v Babjem Dolu. V Fužinah imamo izpodtalno vodo gorenjske latvice, a to vodo dobimo bolj svežo in bliže na ljubljanskem polji; v Babjem Dolu je premalo vode in ta je bolj podvržena vplivu vnanje temperature. V poštev pride tedaj samó izpodtalna voda na ljub-



ljanskem polji med smodniškim stolpom in Savljami ter studenci krog Skaručine.

Treba bode voliti med dvema dobaviščema, ki oba tekmujeta z izvrstno, zelo jednako vodo, vsaj kolikor nam to kaže kemijski razisk. Z ljubljanskega polja bi imeli skoraj štirikrat krajši vodovod, kakor spod Šmarne Gore, od koder bi voda morala čez Savo. Troški bi bili v prvem slučaju morebiti za polovico manjši, nego v drugem. Ti momenti morajo biti merodajni pri odločilnem sklepu. Pozabiti ne smemo, da nam moderna znanost še ne podaje nikakega neovrgljivega merila za dobroto vode. Kjer se namreč gibljejo primešanine v jako ozkih mejah, kakor v teh dveh slučajih, ne moremo trditi: ta voda, ki ima v 100.000 delih par desetink *mg* več amonijaka, solitarne sokislina ali kake druge sumljive spojine, je slabša nego druga, ki ima trohico onih tvarin manj. Kjer dvomimo zaradi malenkostnih delov, ne smemo naravnost zavreči vode, ki jo subjektivni raziskovalci brez posebnih dokazov uže stavijo med nevarno pijačo. S tem pa nočemo reči, da kdo zanikuje pomen čiste in sveže vode; tudi nasprotniki teorije o pitni vodi povdarjajo povsodi in zmirom, kolikega pomena je dobra voda za naše zdravje, ter učé, da imajo merodajni faktorji sveto dolžnost, ljudstvu preskrbeti zdrave pitne vode. S tem izvršé jedno onih neizogibnih zdravstvenih reform, ki se morajo izvesti, ako hočemo da znižamo mrenje prebivalstva, posebno v večjih seliščih. A pretirati ne smo svojega zahtevanja do kakovosti vode. „Včasih, osobito revnejšim občinam — pravi Wolffhügel — moramo neobhodno svetovati, da nekoliko štedijo s stroški za vodovodne naprave; drugače jim milje dolgi idealni vodovodi s studenčnico vzmó toliko denarja, da jim nič ne ostane za druge, tudi potrebne zdravstvene naprave“.









