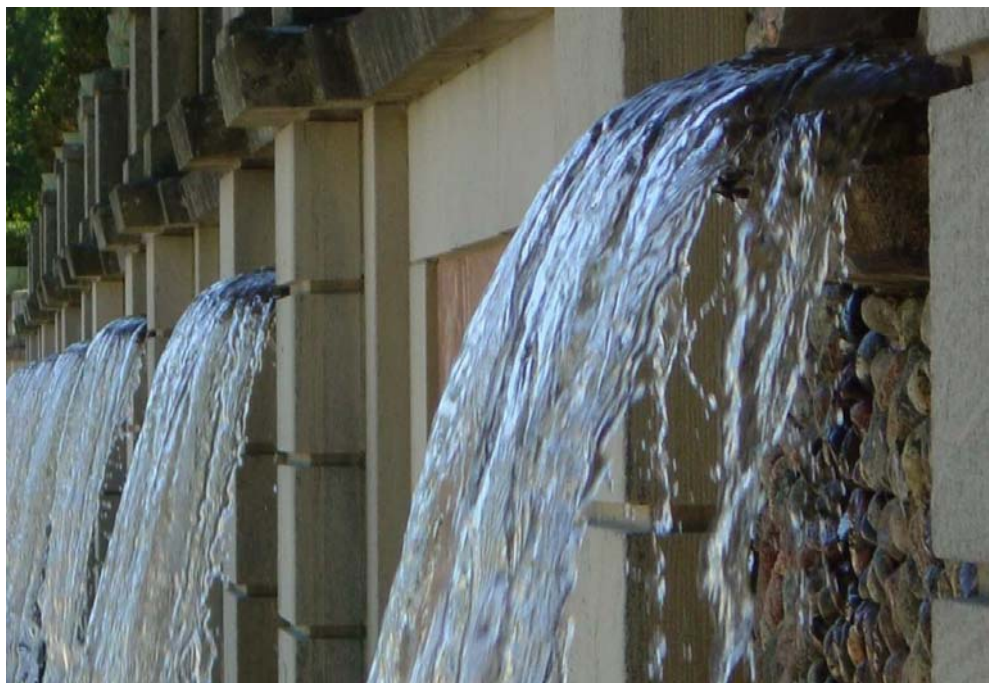


Karakteriseringen av vattenhantering i Östeuropa

Janusz Niemczynowicz



VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Ola Burström, ordförande

Olof Bergstedt

Roger Bergström

Staffan Holmberg

Pär Jönsson

Stefan Marklund

Mikael Medelberg

Peter Stahre

Jan Söderström

Skellefteå

Göteborgs VA-verk

Svenskt Vatten AB

Haninge

Östersund

Luleå

Roslagsvatten AB

VA-verket Malmö

Sv kommunförbundet

Steinar Nybruken, adjungerad

Thomas Hellström, sekreterare

NORVAR, Norge

Svenskt Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Karakteriseringen av vattenhantering i Östeuropa
Title of the report:	Characterization of water management in Eastern Europe
Rapportens beteckning Nr i VA-Forsk-serien:	2003-41
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-85159-05-0
Författare:	Janusz Niemczynowicz, LTH, Teknisk Vattenresurslära
VA-Forsk projekt nr:	98-110
Projektets namn:	Karakteriseringen av vattenhantering i Östeuropa
Projektets finansiering:	VA-Forsk
Rapportens omfattning Sidantal:	45
Format:	A4
Sökord:	Östeuropa, Polen, Ungern, Tjeckien, Slovenien, Kroatien, Bulgarien, Litauen, Estland och Lettland, vattenhantering, dagvatten, dagvattenhantering, spillvatten, ledningsnät, föroreningar, vattenförorening, reningsverk, vattenkvalitet, design
Keywords:	Eastern Europe, Poland, Hungary, the Czech Republic, Slovakia, Slovenia, Croatia, Lithuania, Estonia, Latvia, water management, storm water, wastewater, conduits, pollution, water pollution, treatment plant, water quality, design
Sammandrag:	Denna rapport är resultatet av ett VA-Forskprojekt med syfte att redovisa använda metoder, erfarenheter, och nuvarande problem med dag och spillvattenhantering i de östeuropeiska länderna Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Slovenien, Kroatien, Litauen, Estland och Lettland.
Abstract:	The report is a result of a VA-Forsk founded project that was aiming to describe the present state, experiences and problems with storm water and wastewater management in countries previously belonging to the Eastern European block, i.e. Poland, Hungary, the Czech Republic, Slovakia, Slovenia, Bulgaria, Croatia, Lithuania, Estonia, Latvia.
Målgrupper:	Tekniska kontor, vattenenheter, kommunalpolitiker, konsulter
Omslagsbild:	Foto Krister Carlsson, Svenskt Vatten AB
Rapporten beställs från:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2003
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Sammanfattning

Denna rapport är resultatet av ett VA-Forskfinansierat projekt som syftade till att samla och redovisa erfarenheter med vattenhantering i de östeuropeiska länderna Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Slovenien, Kroatien, Bulgarien, Litauen, Estland och Lettland. Rapporten redovisar använda metoder, erfarenheter, och nuvarande problem med dag och spillvattenhantering i östeuropeiska länder.

Rapporten beskriver, i mån av tillgängligheten, generell karaktäristik av vattenhantering i varje land, vattenförsörjning, dagvattenhantering, principer för dimensionering av ledningsnät, spillvattenhantering, förekomst och funktionstyp av reningsverk, organisatoriska och ekonomiska strukturer för hantering av vattenfrågor i landet, samt speciella, i västländer mindre kända metoder och/ eller problem.

Summary

This report is a result of a VA-Forsk financed project launched in order to describe and summarize experiences and problems with water management in the former Eastern European countries previously belonging to Eastern-European block, i.e. Poland, Hungary, the Czech Republic, Slovakia, Slovenia, Croatia, Bulgaria, Lithuania, Estonia, and Latvia. The report describes general characteristics of water management in every country, water supply, storm water management, principles for dimensioning and design of conduits and detention basins, wastewater management with description of coverage in wastewater treatment plants, and depending of availability, information on organization and economy of water management in each country. In some cases special methods and solutions used in water management, not generally known in western countries, are described.

Förord

Denna rapport har blivit till tack vare stöd av VA-Forsk. Rapporten beskriver vattenhanteringen mest i urbana områden i de forna östeuropeiska länderna. Under långa tider var det i dessa länder svårt att få någon teknisk information alls. Nu har dessa länder öppnats helt, men fortfarande är det ganska svårt att få information, inte minst p.g.a. språkproblem när flera skrifter och dokument är på originalspråk. Detta motiverar att kapitlet om Polen är längst bland annat därför att rapportens författare kan polska. Samtidigt är det så att alla forna Öststatsländer har mycket gemensamt både i historia som i det politiska och ekonomiska förflutna. Detta är orsaken till att det finns flera gemensamma drag i vattenhanteringsmetoder och vattenhanteringsrelaterade problem i dessa länder. Problemen omfattar otillräcklig spillvattenrening, bristfällig täckning av städer med ledningsnäten och försummat underhåll av ledningsnät. Nästan alla städer i de forna öststatsländerna har för lite magasineringsskapacitet i ledningsnäten. Detta oftast p.g.a. underdimensionering av de kombinerade ledningar som förekommer i nästan alla städer och brist på pengar att bygga ut fördröjningsmagasin. De flesta städer saknar också reningskapacitet för spillvattenrening. Utbyggnad av reningsverk är således ett viktigt mål för de lokala myndigheter som nu måste finna medel för att täcka alla kommunala behov.

Man kan samtidigt konstatera att förändringar sker snabbt i dessa länder. Ett exempel på detta är en snabb frammarsch av moderna beräkningsmetoder och matematiska modeller i vattenhantering. Man börjar eftersträva lösningar som går mot en hållbar vattenhantering inte minst på dagvattenhanteringsområdet.

Flera personer från Sverige och andra länder har bidragit till att denna rapport blev till. Ett speciellt tack riktas till följande personer: Jan Falk, VAV för idéer och konstruktiv kritik, institutionens sekreterare, oersättliga Kerstin Krahner för tålmodigt rättande av alla mina stavfel, Prof. J. Dziopak från Krakow University för tillhandahållande av omfattande litteratur och förklaringar om hur vacuumdrivna fördröjningsmagasin kan fungera.

Lund, Januari 2001

Janusz Niemczynowicz

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
2. POLEN	3
2.1. Allmän information	3
2.2. Vattenförsörjning i Polen – bakgrund till nuvarande problem och utmaningar	4
2.3. Dagvattensystem och dagvattenhantering i Polen	6
2.4. Dimensionering av dagvattensystem	10
2.5. Spillvattensystem och spillvattenrening i Polen	10
2.6. Slammet	12
2.7. Översvämningsrisker	13
2.8. Speciella problem i Schlesien	13
2.9. Organisation, struktur och finansiering av vattenrelaterad infrastruktur i Polen	14
3. UNGERN	15
3.1. Allmän information	15
3.2. Regional planering	15
3.3. Vattenförsörjning	16
3.4. Spill- och dagvattenhantering	16
3.5. Dimensionering av ledningar	20
3.6. Spillvattenrening	20
4. TJECKIEN	21
4.1. Allmän information	21
4.2. Vattenförsörjning	21
4.3. Dagvattenhantering	22
4.4. Spillvattenrening	22
4.5. Dimensionering av ledningar, dimensionerande regn	23
5. SLOVENIEN	24
5.1. Allmän information	24
6. KROATIEN	25
6.1. Allmän information	25
6.2. Vattenförsörjning	25
6.3. Dagvattenhantering	26
6.4. Dimensionering av ledningar	26
6.5. Internationellt samarbete	27
6.6. Dagvatten och spillvattensystem	27
6.7. Spillvatten	28
7. BULGARIEN	29
7.1. Allmän information	29
7.2. Vattenförsörjning och vattenanvändning	29
7.3. Dagvattenhantering och spillvatten hantering och rening	30
7.4. Spillvattenrening	30

8. LITAUEN	31
8.1. Allmän information.....	31
8.2. Vattenförsörjning och vattenanvändning	31
8.3. Dagvatten och spillvattenhantering.	32
9. LETTLAND	33
9.1. Allmän information.....	33
10. ESTLAND	34
10.1. Allmän information.....	34
10.2. Vattenförsörjning	34
10.3. Dagvattenhantering	35
10.4. Spillvattenrening	35
11. Referenser.....	36

1. INLEDNING

Forskare i östeuropeiska länder har under lång tid arbetat i en relativ isolering från västvärldens vetenskap och forskning. De har utvecklat sina egna vattenhanteringsmetoder, tekniska lösningar och beräkningsmetoder. Därför är deras lösningar ofta annorlunda än vi är vana vid i västländerna. Resultatet av deras arbete är, just p.g.a. deras isolering d.v.s. brist på kontakter, tillgång till den västerländska litteraturen, pengar för resor och inte minst språkproblem, ofta föga kända bland forskare inom det internationella vattenforskarkollektivet.

Detta för med sig åtskilliga konsekvenser. För det första kan det vara intressant för den internationella och, speciellt den svenska forskarkommunen att bekanta sig med deras sätt att tänka vid utveckling av annorlunda teknik och metodik inom dagvatten- och spillvattenhantering även när de politiska och ekonomiska förutsättningarna har definitivt ändrats till marknadsekonomi och den relativa isoleringen brutits. För det andra, det kan vara intressant för svenska läsare att förstå nuvarande utmaningar stående framför östeuropeiska forskare och tekniker. De måste nu inom sina fortfarande knappa ekonomiska ramar förändra stora delar av den vattenrelaterade infrastrukturen, dels för att komma ikapp den västerländska vattenkvalitets standard, och dels för att påbörja vägen mot en hållbar utveckling.

Denna rapport avser att i stora drag presentera vatten- och dagvattenhanteringsmetoderna som används i Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Slovenien och Kroatien i den forna Jugoslavien, Bulgarien, Litauen, Estland och Lettland. För varje land ges en kort historisk överblick och karakterisering av deras huvudproblem och framtida utmaningar. Eftersom historisk bakgrund, nuvarande problem och framtida utmaningar är likadana i grunden i alla länder, beskrivs dessa aspekter mest utförligt för Polen – det land från vilket rapportens författare har mest erfarenhet och data. Dessutom, är i stora drag både historien och nuet ganska lika i alla Östeuropeiska länder vilkas vattenhantering beskrivs i denna rapport.

I rapporten beskrivs också vissa speciella och i västvärlden okända metoder för utjämning av dagvattenflöden med användning av vakuumdrivna fördröjningsmagasin. Dessa magasin kan möjligen finna användning även i Sverige för att reducera antal och volym av bräddningar från kombinerade dagvattensystem.

För att underlätta jämförelsen mellan enskilda östeuropeiska länder, redovisas i Tabell 1 och 2 basdata som summerar information om vattenförsörjning, spillvattensystem och vattenrening för alla i rapporten beskrivna länder. Data är i viss mån bearbetade och kompletterade efter (Samlyody 1993). Nyare data i mån av tillgänglighet blev hämtade från flera olika källor, bland annat från olika ländernas hemsidor och Internets beskrivningar enligt Sveriges Utrikespolitiska Institutet, olika skrifter presenterade i referenslistan samt förfrågningar av bekanta från berörda länder.

Beskrivning av alla redovisade länder börjar med en tabell som anger allmän information om landet med grundläggande data angående statskick, yta, topografi, befolkningsdensitet, befolkningstillväxt, naturtillgångar, BNP etc.

Datatabell 1. Summering av information om vattenförsörjning, spillvattensystem och spillvattenrening för länder Polen, Ungern, Tjeckien, Slovakien, Slovenien/Kroatien, Bulgarien, Litauen, Estland, Lettland (bearbetat och kompletterat efter Samlyody 1993, European Commission 1999 och andra källor).

1.1. Medelvärden för hela landet									
	Polen	Ungern	Tjeckien	Slovakien	Slovenien /Kroatien	Bulgaren	Litauen	Estland	Lettland
Yta, km ²	312683	93 033	78 900	49 036	20 253/ 56 538	110 994	65 300	45 226	64 100
Antal invånare (miljoner)	38,7	10,5	10,4	5,35	5,3 /4,8	10,4	3,8	1,6	?
Vattenledningar för vatten försörjning (%)	90	92	96	76	58	92	77	60	64
Kopplade till spillv. system (%)	80	51	94	72	53	67	63	72	56
Spillvattenrening, (%)	60	42	82	42	50	59	60	64	42

Data tabell 1.2. Medelvärden för angiven antal av största städer									
	Polen	Ungern	Tjeckien	Slovakien	Slovenien /Kroatien	Bulgarien	Litauen	Estland	Lettland
Antal städer	187	52	27	27	6	45	6	5	3
Antal invånare (miljoner)	18,4	4,5	1,9	5,3	5,9	5,3	3,72	1,5	5,3
Vattenförsörjning, (l/pers,dag)	570	240	440	350	360	530	520	550	530
Vattenförsörjning, (% av behov)	40	59	67	59	65	80	~ 70	~ 90	80
Spillvatten volym (L/p/dag)	500	500	530	430	460 (?)	430	?	430	420
Orenat spillvatten (% av volym)	42	20 (?)	40	55	56	38	~54	30	38
Endast mekanisk rening (% av totalvolym)	38	10	20	27	48	< 5	~40	30	<5
Renat industri-vatten, ca (%)	33	49	53	60	45	40	25	40	35

Det bör påpekas att olika data kan erhållas från olika källor. Osäkerhetsfaktorn är således ganska stor. Det gäller speciellt för Bulgarien där det var dessutom mycket svårt att erhålla data.

2. POLEN

2.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 312 638 km²

Huvudstad: Warszawa, 1,6 milj. invånare 1998

Högsta berg: Rysy 2 599 m.ö.h.

Största sjöar: Sniardwy och Mamry i s.k. Mazuriska sjösystemet

Längsta floder: Wisla och Odra

Invånarantal: 38,7 milj. 1996, Invånarantal/km²: 123, 62 % i städer, 38 % på landsbygden

Naturlig befolkningstillväxt: 0 %

Läs- och skrivkunnighet: 98 %

Folkgrupper: 98,7 polacker, 0,6 % ukrainare, 0,7 övriga

Religion: 95 % romerska katoliker

BNP/invånare: ca 3 075 USD 1995, stigande

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 6 %, industri och byggnadsverksamhet 38 %, transporter och kommunikationer: ca 6 %, service och övrigt: 50 %

Naturtillgångar: stenkol. Brunkol, koppar, svavel, naturgas

Viktigaste exportvaror: maskiner, fartyg, järnvägsvagnar, bilar, möbler och trävaror, kläder, livsmedel, stenkol, kemikalier

Flodsystem: Wisla är den största floden i Polen med en längd av 1068 km och ett avrinningsområde av 194 000 km² eller 54 % av landets yta, 169 000 km² befinner sig inom Polens gränser. Näst största floden är Oder med ett avrinningsområde av 118 860 km², gränsfloden mellan Polen och Tyskland. Medan föroreningar i Wisla endast härstammar från polska industrier, jordbruk och orenade spillvatten, kommer föroreningarna i Oder både från den polska och den tyska (forna Östtyska) sidan av floden. Oder mynnar i den starkt förorenade Stetinbukten. Föroreningar från Wisla och Oder ansvarade tillsammans för mer än hälften av alla organiska föroreningar (P och N) som släpptes till Baltiska havet år 1991 (Olsen och Widell 1991).

2.2. Vattenförsörjning i Polen – bakgrund till nuvarande problem och utmaningar

De äldsta vattenförsörjningssystemen i stora städerna i Polen konstruerades mellan det första och andra världskriget. Till exempel konstruerades ett huvudsystem för Warszawas vattenförsörjningssystem, s.k. "Filtry" under tidigt 1920-talet. "Filtry" fungerade utmärkt mellan de två världskrigen och, efter en rekonstruktion och vidare utbyggnad, fortsätter att fungera ända tills idag. Så var det i de flesta städer i Polen. De flesta gamla vattenförsörjningssystemen i Polen var svårt skadade under kriget och behövde repareras. Dessutom var ledningarna dimensionerade för mycket mindre befolkning än idag. Därför var det under efterkrigstiden nödvändigt att hastigt reparera de gamla och bygga nya vattenförsörjningssystem. Befolkningstillväxt kombinerad med intensiv industrialisering under 1950- och 1960-talet krävde byggande av nya städer och nya bostadsområden.

Nya vattenförsörjningssystem byggdes hastigt med användning av dåligt material och olämplig teknik. På grund av att målet var att snabbt öka leveransen av dricksvatten till den växande befolkningen, gjordes inga program för underhåll.

Den socialistiska regeringen betraktade leveransen av dricksvatten till alla som en mänsklig rättighet och därför levererades det utan kostnad till alla. Vattenkostnaden var på så sätt gömd inom bostadsräkningarna. Detta system resulterade i en enormt hög vattenförbrukning. Således var medelvattenförbrukningen i Polen, för att ta ett exempel, under 1975 310 l/person och dag. Under samma år prognoserades vidare ökning av vattenförbrukningen till att uppnå medelvärden av 450 l/person och år 2000 för hushållsförbrukning *plus* upp till 160 l/person och dag för industriförbrukning. Vattenledningar konstruerades enligt dessa premisser med användning av stora rördimensioner. Hastigt byggande med dålig teknik och dåliga material skapade enorma problem som sedan måste åtgärdas till stora kostnader.

Efter politiska och ekonomiska förändringar och introduktion av marknadsekonomi år 1989 slutade de gamla planeringspremisserna att gälla. Vattenförsörjningspolicy, som tidigare baserades på idéer, började hanteras enligt sunda ekonomiska principer. Från år 1990 blev vattenförsörjning en angelägenhet för de lokala kommunerna istället för den centrala regeringen.

Gradvis installerades vattenmätare hos alla, vattenpriser introducerades och började stiga till ett fullt värde inklusive underhåll- och förnyelsekostnad. Som en omedelbar effekt, började vattenpriserna öka stadigt och vattenförbrukningen började sjunka. Stängning av flera stora industrier med hög vattenförbrukning har ytterligare bidragit till minskning av vattenförbrukningen. Medelvattenförbrukningen i Polen är nu mellan 135 och 180 l/person och dag. Tabell 2 visar förändringar i vattenbehov för tre kategorier av vattenanvändning under åren 1980–1995.

Tabell 2. Förändring av vattenbehov för tre kategorier av vattenanvändning under åren 1980–1995 i Polen (i km³/år).				
Typ av vattenanvändning	1980	1985	1990	1995
Industri	10,14	10,92	9,55	8,43
Kommuner	2,72	2,93	3,00	2,46
Jordbruk och skogsbruk	1,32	1,61	1,69	1,18
TOTALT	14,18	15,45	14,25	12,07

Tabell 2. Förändring av vattenbehov för tre kategorier av vattenanvändning under åren 1980–1995 i Polen.

De gamla vattennäten med stora rördimensioner som tidigare gick under full belastning började fungera med endast delvis fyllda ledningar, med försämrad vattenkvalitet som följd. Generellt dålig kondition av vattenledningsrör, som ofta är gjorda av järn, tillsammans med förändrad flödesregim orsakar tillväxt av biofilm i ledningar, fermentationsprocesser och bakteriell kontamination. Skillnad mellan vattenkvalitet vid källan och vid användaren började öka.

Mer än hälften av dricksvattnet i Polen kommer från ytvattenkällor, i Polens centrala delar mest från floder och i norr och söder – från sjöar och mindre vattendrag. Wisla floden var alltid källan till Warszawas vattenförsörjning. Huvudtåkt för Warszawa utgörs av en infiltrationsanläggning bestående av horisontala dräneringar som ligger under botten av Wislafloden. Trots flerårig användning av anläggningen håller vattenkvaliteten officiell WHO standard efter klorering upp till 0,4 g ClO₂ / m³. Men den höga klorhalten gör att vattnet luktar illa och därför undviker Warszawaborna att använda detta vatten i konsumtionen (Koczko et al 1997). På senare tid öppnades i Warszawa flera brunnar med fossilvatten från en ca 300 m djup Oligocensk artesisk akvifer till allmänanvändning. Detta vatten tas av Warszawaborna hem i hinkar och används endast till konsumtion. Frågan är bara hur länge man ostraffat kan överutnyttja vattenmagasin som behöver århundraden för att förnyas.

I början av 1990-talet var dricksvattenkvaliteten från ca 90 % av stora vattenkällor i Polen under WHO standard och 50 % av vatten var under Polsk nationell standard. (Mikolajski, Gellert 1997). Nuvarande Polska dricksvattenkvalitetsnormer är i stort sett baserade på WHO normer (Guidelines for Drinking Water Quality, WHO 1984, WHO 1994) men full överenskommelse med dessa normer skulle innebära behov av att stänga ca hälften av alla vattenkällor i Polen. Därför är vissa avvikelser fortfarande tillåtna. En av de viktigaste orsakerna till dålig vattenkvalitet i floder är förorening av marken i närheten av de stora industriområdena mest i söder där rena floder från bergstrakter passerar och upptar föroreningar från den förorenade marken och industriella utsläpp. En annan orsak är allmän brist på reningsverk.

I framtiden måste stora renoveringsarbeten, ombyggnader och kompletteringar av de befintliga ledningsnäten ske i Polen. En annan uppgift är den omfattande saneringen av den förorenade marken och akviferen i närheten av industriområden.

Många nuvarande vattenrelaterade problem i Polen är ett legat efter tidigare politiskt och ekonomiskt system. Dessa problem måste lösas genom omedelbara aktioner. På toppen av behovet att introducera omfattande förändringar i dricksvattenrening vid

produktionssteget, ligger behov av att lösa sekundära problem av kontaminering i ledningar. Det är också nödvändigt att modernisera ledningsnätet. Det är nödvändigt att analysera den hydrauliska funktionen i ledningsnäten som behöver ombyggnad. Allt detta är kostsamt, därför är det nödvändigt att prioritera. Därför är det ändamålsenligt att genomföra ett forskningsprogram som skulle analysera valda exempel av de nuvarande systemen, och på basis av mätningar skulle bestämma behov, omfattning och teknologin av ombyggnadsarbeten. Tabell 3 visar samlade data angående total längd och typ av ledningsnätt i 218 Polens största städer med invånarantalet större än 100 000.

Tabell 3. Data samlade från Polens 218 största städer med invånarantalet större än 100 000 angående total längd och typ av ledningsnät.		
Typ av ledningar	År 1985	År 1994
Längd av kombinerade ledningar, km	7996	9303
Längd av spillvattenledningar, km	12433	17154
Längd av dagvattenledningar, km	9679	ca 10500

2.3. Dagvattensystem och dagvattenhantering i Polen

I gamla stadskärnor finns det i de flesta städer kombinerade ledningssystem. I de nyare stadsdelarna finns det separata system. Också all ny bebyggelse utrustas numera i regel med separerade ledningssystem. Man har inga tankar att separera de kombinerade ledningarna i överskådlig tid p.g.a. stora kostnader. På grund av ständig brist på ledig kapacitet både i de gamla och nya ledningarna förekommer ofta bräddningar. Problem hur man skall gå tillväga för att öka ledningskapacitet och reducera bräddningar är just nu ett hett ämne som diskuteras på både kommunala och centrala nivåer. Detta problem har på senare tid upphöjts till ett problem med hög nationell prioritet (Rajca 1998). Därför ses konstruktion av fördröjningsmagasin för att temporärt lagra överskottsflöde i ledningsnätet ses som ett viktigt mål för kommunala myndigheter i de flesta städer i Polen. Stora kostnader som är förknippade med byggande av fördröjningsmagasin är ett hinder mot utveckling i denna riktning.

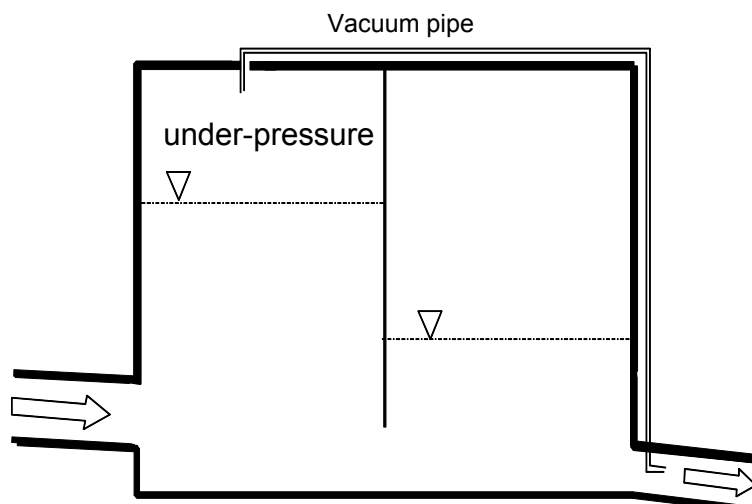
I alla polska städer finns det redan många och ständigt installeras mer fördröjningstankar med traditionell utformning. Exempelvis i en nyare stadsdel av staden Lodz installerades redan år 1970 en fördröjningstank med en area av 4500 m² och volym av 8000 m³. Baserad på utförda mätningar konstaterades att toppflödet reducerades till en tredjedel av inflödet och TS-koncentrationen reducerades i medeltal för 12 stora regntillfällen med ca 60 % (Zawilski 1996).

Frågan hur man skall gå tillväga för att snabbt och kostnadseffektivt utöka antalet fördröjningsanläggningar har på senare tid tagits upp av forskare, bland annat i Krakow och Czestochowa Universitet där forskning kring dagvattens utjämningsmetoder har pågått sedan flera år och lett till att en rad nya uppfinningar gjorts.

Användning av traditionella fördröjningsmagasin är förknippade med många nackdelar. Först och främst är dessa konstruktioner dyra i pengar och material. Ännu större kostnader uppstår under byggnationen som kräver att schaktarbeten blir utförda i tätbebyggda och ofta starkt trafikerade stadsdelar. Stora fördelar skulle uppnås om

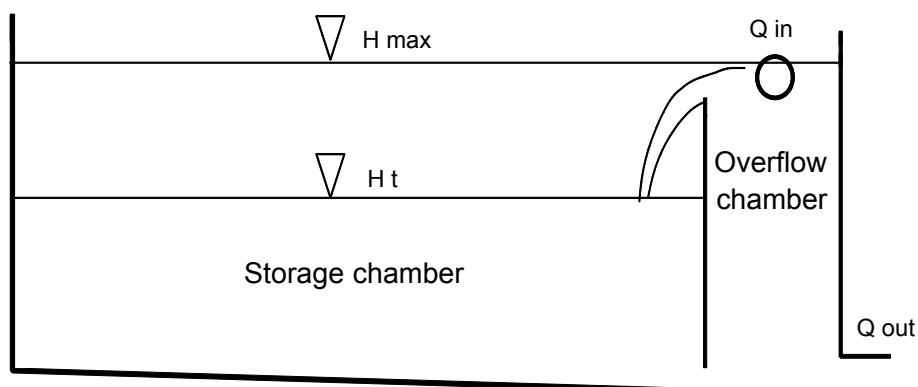
födröjningstankarna kunde göras mindre, eller beläggas grundare, eller om magasinet kunde byggas ovanför marken med bibehållen magasineringsvolym. Alla dessa fördelar kan uppnås vid användning av s.k. vakuumdrevna födröjningsmagasin enligt en patenterad uppfinning som härstammar från Krakow Universitet (patent nr. PL 130256, PL 141559, PL 150525).

Funktionsprincipen av sådana magasin baseras på användning av vakuum för att höja upp vattenytan i magasinet ovan den gravitationella nivå som bestäms endast av höjdskillnad mellan inflöde och utflöde. Negativt hydrauliskt tryck i en födröjningstank kan åstadkommas med användning av luftpumpar eller genom att placera vakuumrörets munstycke i vattenströmmen vid utloppet från en födröjningstank. Funktionsprincipen visas i Figur 1.



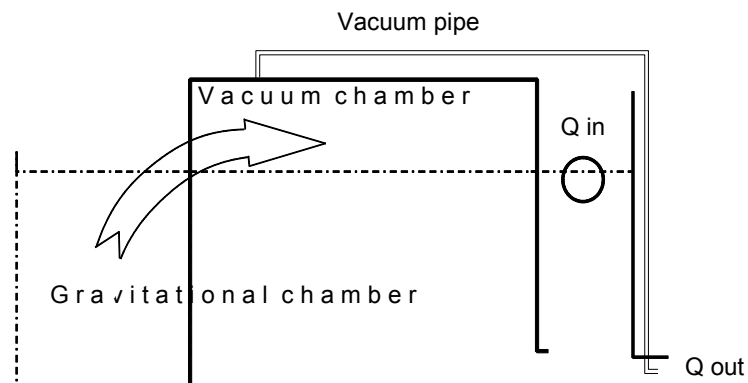
Figur 1. Funktionsprincip av vakuumdrevna födröjningsmagasin.

Givetvis ser i praktiken födröjningsmagasin annorlunda ut än på Figur 1. Man har oftast fler än en kammare: tillflödet kommer till en mindre kammare som kan kallas överfallskammare. Efter att vattenstånd i överfallskammaren överstiger överfallskanten samlas det magasinerade vattnet i den andra, gravitationellt kammare enligt Figur 2.

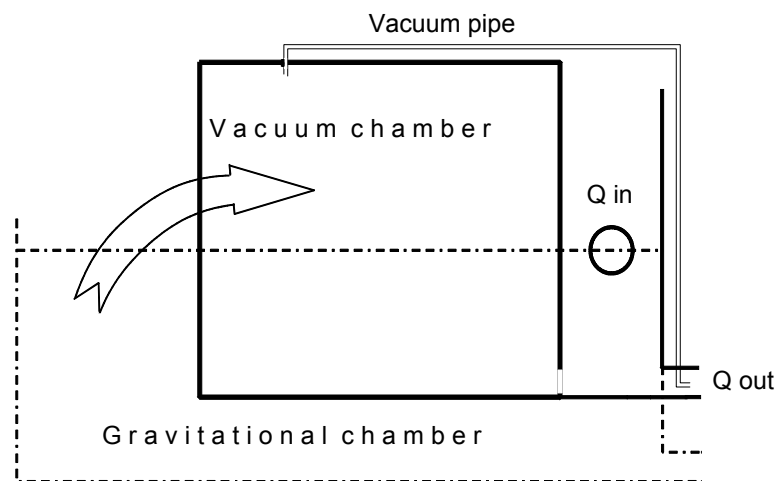


Figur 2. Förenklad bild av traditionell tvåkammarfödröjningstank.

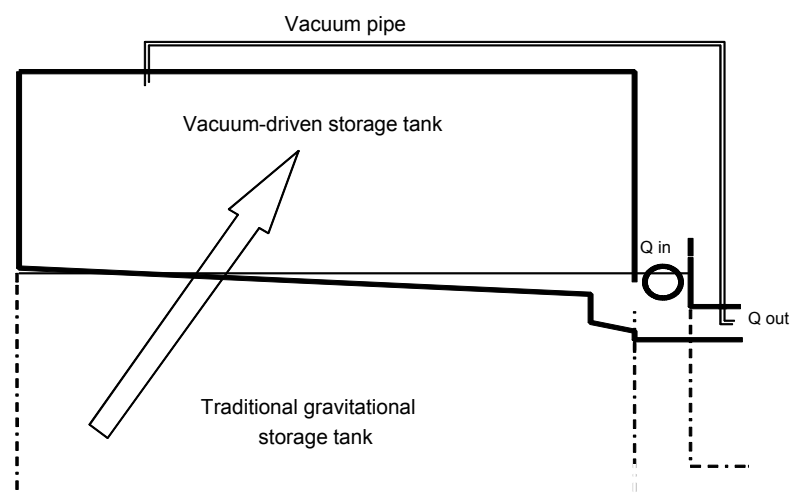
Om man nu stänger tvåkammartanken lufttät ovanifrån och introducerar vakuumröret enligt Figur 1, blir trycket i vakuumkammaren lägre och vattnet kan stiga högre än i en traditionell gravitationell tvåkammarfördröjningstank. Resultatet blir att man kan lagra samma vattenvolym på en mindre yta (Figur 3a), och/eller tankens fundament kan ligga grundare (Figur 3b) och slutligen, vattenvolymen kan lagras nära eller på markens nivå (Figur 3c).



Figur 3a. Vakuumdriven fördröjningstank kan vara mindre till ytan än gravitationell tank.

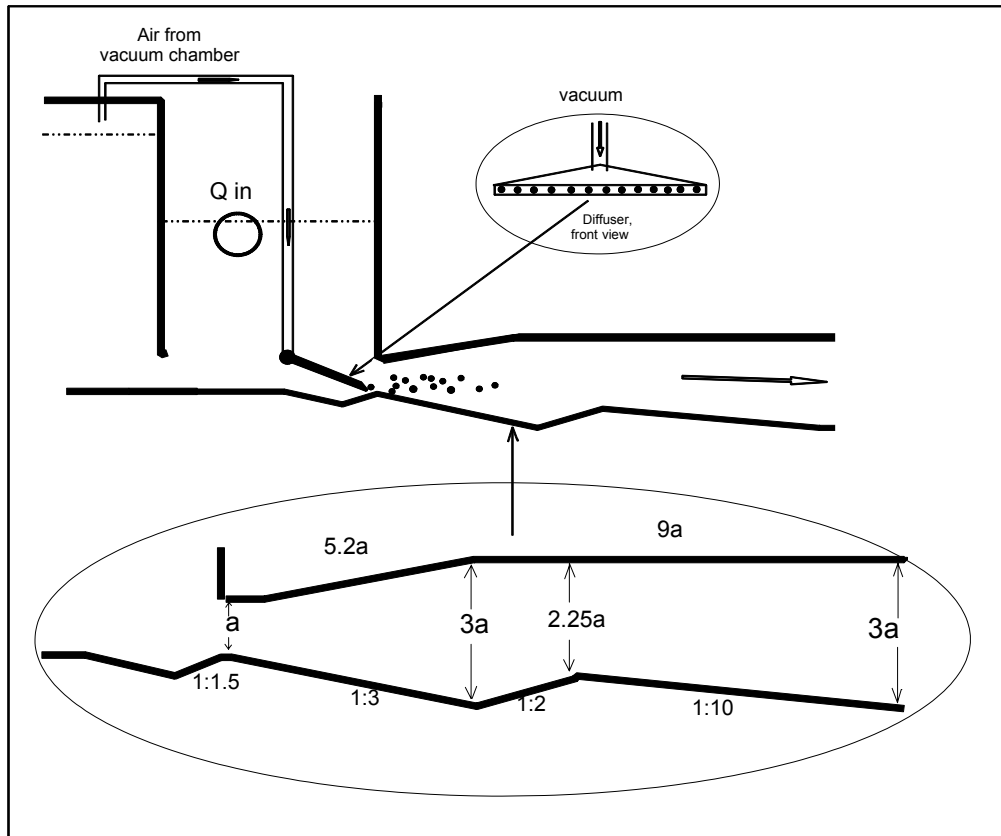


Figur 3b. Vakuumdriven fördröjningstank kan vara mindre till ytan och fundamentet ligga kan ligga högre.



Figur 3c. Fundamentet av vakuumdriven fördröjningstank kan ligga högre eller vid markens nivå. Mindre utgrävning behövs.

Vakuumdrevna fördröjningsmagasin och speciella munstycken på vakuumröret har utvecklats i skallmodeller i laboratorium vid Krakow Universitet. Man prövade olika konstruktioner och utformningar av vakuumrörets munstycke för att utveckla dem till en form som på bästa sätt utnyttjar vattenflödet vid utloppet för att skapa negativt hydrauliskt tryck. Med teoretiska beräkningar och laboratorieförsök har man kommit till den optimala utformningen av en diffusor och utloppssektion från fördröjningsmagasin som schematiskt visas i Figur 4. Den högsta möjliga höjningen av vattenytans nivå i fördröjningstanken med användning av vakuumrör med en diffusor uppgår till ca 2,5 gånger den gravitationella vattennivån.



Figur 4. Utformning av utloppssektionen från ett vakuumdrevet fördröjningsmagasin och en diffusor som skapar hydrauliskt negativt tryck i vakuumkammaren.

Det måste sägas att idén med vakuumdrevna fördröjningsmagasin endast har prövats i laboratorium på skallmodeller. Fullskalig applikation av denna teknik har man däremot föreslagit att man skall använda i en mindre stad Dobrodzien i södra Polen där de lokala myndigheter vill restaurera en mindre flod som är starkt förorenad p.g.a. ofta förekommande bräddningar från kombinerade ledningar. Användning av traditionella fördröjningsmagasin skulle kräva installation av totalt 769 m³ volym medan vid användning av vakuumdrevna magasin endast 574 m³ skulle åstadkomma samma utjämningsgrad. De totala investeringskostnaderna skulle reduceras med ca 32 000 USD (Dziopak 1996).

Sammanfattningsvis kan sägas att användning av vakuumdrevna fördröjningsmagasin kan ge ekonomiska besparingar, kräver mindre yta och mindre utgrävningar.

2.4. Dimensionering av dagvattensystem

Det finns inga standardiserade procedurer för dimensionering av dagvattennät i Polen. Dimensionering görs oftast med modifierat rationell formel, d.v.s. avrinning relateras till regnintensiteten, area av anslutna impermeabla ytor och avrinningskoefficient.

Ofta används följande uttryck:

$$q = \frac{6.63 \sqrt{H^2 C}}{t^{0.67}}$$

Där :

q – medelflöde,

H – regn i mm, för Polen utan bergstrakter H = 600 mm

C – regnfrekvens i år

t – medel regnvaraktighet i minuter som beräknas på följande sätt :

$$t = t_p + t_r + t_k$$

där t_p – tid när flödet från den mest avlägsna platser i dagvattennätet (minuter).

t_r – retentionstiden i ledningen, min.

t_k – koncentrationstiden, min.

för flata områden används 1-års regnåterkomst, i stadens centrum – 2-års återkomst och i områden med “dålig dränering” – 5 till 10-års återkomst. (Blaszczyk 1993, Pajdzinska, Roman 1996). Man börjar på senare tid att använda s.k. “area reduction factors”, ARF, enligt Desbordes et al (1983).

i

Regninput skaffas från existerande data, men p.g.a. brist på sådana data på flera orter används approximativa regnsummor från en närmaste men ofta ändå ganska avlägsen regnmätare.

På senare tid har man börjat använda hemmagjorda matematiska modeller. Den första användningen av den amerikanska SWMM modellen rapporterades år 1997. Den i Sverige mest använd MOUSE modellen är känd i Polen och de första applikationerna kommer troligen snart.

2.5. Spillvattensystem och spillvattenrening i Polen

Som framgår av tabell 1, gick år 1993 ca 40 % av spillvattnet från hushållen i Polen ut i recipienter utan någon rening alls och ca 38 % renades endast mekaniskt (Kindler 1992). Endast till Wisla floden gick 10 millioner m³ spillvatten per dag. Industrivatten renades praktiskt taget inte alls i hela landet. Det beräknades att Polen behövde ca 700 nya stora och ca 8000 mindre reningsverk (Baltic University 1992). Till år 1997 förändrades situationen till det bättre och volym av spillvatten som släpptes ut i recipienter utan rening minskade till 25 %.

Spillvattensystem tillhör de mest kostsamma och svåra investeringar inom de infrastrukturella anläggningar som behövs i varje stad. Stora investeringar i spillvattensystem i

stora städer i Polen gjordes under åren 1880 och 1910. Efter denna tid kompletterades och ombyggdes spillvattennäten med användning av många olika material, utformningar och teknologier. Spillvattensystemen blev i många Polska städer allvarligt skadade under kriget. Det kan nämnas att det just före kriget färdigbyggda spillvattennätet i Warszawa som bestod av ledningar och tunnlar med upp till 2 meter i diameter vid krigets slutskede blev en fristad och flyktväg för upprorsmännen som kämpade mot tyskar i ruinerna av Warszawas gamla stad. Praktiskt taget var hela stadens infrastruktur inklusive spillvattennätet i ruiner efter kriget och behövde byggas upp på nytt från grunden. Detta skedde i någon mindre omfattning också i de flesta andra Polska städer. Återuppbyggnaden som varade i nästan 20 år försvårades bl.a. av brist på kartor och dokumentation av stadens ledningsnät.

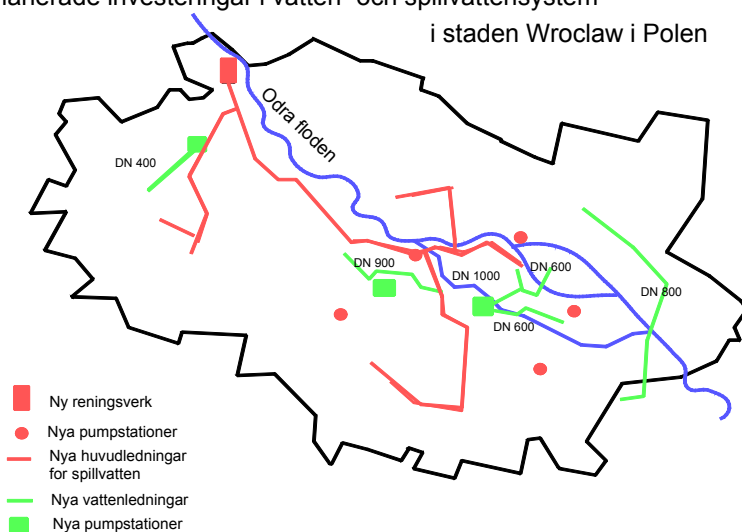
Från 1975, i började avloppsnäten i de snabbt växande städerna bli överbelastade med översvämningar och ledningsbrott som följd. Till år 1990 företogs inga ansträngningar att reparera ledningsnäten. Först under 1993 blev behovet av stora ansträngningar för att stoppa okontrollerade spillvattenutsläpp till vattendrag och till marken i de mest viktiga städerna uppmärksammat och erkänt av de centrala myndigheterna i Polen.

S.k. "relining" d.v.s. introduktion av PVC-rör i de skadade ledningarna skedde första gången år 1993. Sedan dess är denna metod använd på bred front i flera städer i Polen. Inspektion av ledningar görs numera rutinmässigt med användning av modern TV utrustning (Rajca 1998). I flera polska städer är en del av de gamla huvudledningarna för spillvatten äggformade (ovala), byggda av klinker med lutningar mellan 0,8 till 8,0 promille. Dessa ledningar kan inter renoveras med användning av relining med PVC.

Byggande av nya och uppgradering av gamla reningsverk blev ett viktigt mål på lokal och central nivå. Sedan dess förbättrades trots stora investeringar situationen långsamt. För att ge ett exempel på involverade kostnader kan ges exempel från staden Wroclaw i sydvästra Polen med ca 700 000 invånare. Staden har bara ett reningsverk med endast mekanisk rening. Existerande planer för utbyggnad av reningsverket mellan 1997 och 2003 innehåller investeringar av storleksordning 1,3 miljard SEK för att uppnå trestegs rening. Dessutom behövs det stora investeringar i ledningsnätet som i sin helhet måste renoveras och kompletteras med ca 100 km stora kollektörer och, ca 500 km anslutningsledningar (Sumislawski 1997). Figur 5 visar omfattning av nya investeringar som skall genomföras i staden Wroclaw inom de närmaste 5–7 år.

Planerade investeringar i vatten- och spillvattensystem

i staden Wroclaw i Polen



Figur 5. Omfattningen av nya investeringar i vatten- och spillvattennätet i staden Wroclaw.

För närvarande finns det 844 städer i Polen med invånarantalet större än 10 000. Av dessa har 587 spillvattenreningsverk. Enligt nyaste källor (Statistisk årsbok 1997) finns det i landet totalt 3454 enheter som släpper ut förorenat vatten. Av dessa släpper 1727 ut spillvattnet direkt till recipienten, 1421 enheter har någon typ av rening, från vilka 1280 har "tillräcklig rening", 141 har "otillräcklig rening" och 306 har ingen rening alls.

Det är värt att notera att den totala spillvattenvolymen från både industriella och municipala källor har minskat på senare tid p.g.a. minskad vattenanvändning. Tabell 4 visar siffror för åren 1990–1997 enligt Polsk Statistisk Årsbok 1997.

Tabell 4. Minskning av spillvattenvolymer i Polen mellan åren 1990 och 1997 samt reningsvolymer år 1997 (hm ³)				
Volym och typ av spillvattenrening	1990	1995	1996	1997
Total spillvattenvolym	11388	9981	10076	9961
Mekanisk rening	1459	917	902	914
Kemisk rening	218	188	178	176
Biologisk rening	1096	1133	1097	1024
Biologisk, med fosforrening	–	61	126	216

Tabell 4. Minskning av spillvattenvolymer i Polen mellan åren 1990 och 1997.

Kostnader för uppgradering av spillvattenrening till västeuropeiska standarden i 362 städer i centraleuropeiska länder uppskattades till 8 000 miljoner USD enligt Samlyody och Shanahan, (1998).

2.6. Slammet

I hela landet är hantering av slammet ett stort problem. Omkring hälften av slammet lagras på ett felaktigt sätt så att lackvatten finner vägen tillbaka till närmaste vattendrag vilket tar bort större delen av reningsverkets renande funktion. Anaerob rötning av slammet förekommer endast i ett fåtal av nyare reningsverk som exempelvis "Czajka" reningsverk i Warszawa där svenska maskiner används för slamavvattning. Slammet deponerades under lång tid i oskyddade deponier eller används i jordbruket. Först under senare år kom restriktioner angående slamdeponering och användning. Problem med brist på utrymme för deponering växer snabbt i de flesta städerna i Polen.

Man kan här nämna att Sverige aktivt har deltagit i utbyggnaden av Warszawas reningsverk "Czajka", bl.a. med leverans av en slampress. Inom ramen för ett SIDA finansierat projekt har ett stort root-zone reningsverk för 3000 personekvivalenter byggts i staden Zabrze, mitt i den mycket förorenade delen av Schlesien som kallas "dödens triangel"

2.7. Översvämningssrisker

Det förekommer stora variationer i omfattningen av vårflöden i Polska vattendrag. För att ge ett exempel kan nämnas det i pressen och TV omtalade översvämningstillfället av floden Odra år 1997. Odra som har ett medelflöde av 170 m³/sek uppnådde i staden Wroclaw på våren 1997 det högsta toppflödet i människaminne av 3700 m³/sek, d.v.s. 2000-års flöde. Detta orsakade stora översvämningar inte bara i Wroclaw utan också i flera andra polska städer längs Oder.

Under lång tid har den förhärskande metoden att hantera mindre vattendragen, recipienter för spillvatten och dagvatten inom urbana områden, inneburit kanalisering, förstärkning och betongbeklädnad av stränderna samt övertäckning. Tillskott av dagvatten från snabbt växande städer försämrade situationen ytterligare. Biodiversitet och självreningskapacitet i floderna minskade och översvämningssriskerna ökade. Dessa fakta har på senare tid blivit uppmärksammade av lokala myndigheter som började utarbeta program för restaurering av floder. Målet för detta arbete är att åtminstone delvis återställa akvatisk miljö i vattendragen och minska översvämningssriskerna.

Ett nyare exempel på arbeten i denna riktning kommer från staden Lodz i centrala Polen. Ett av de lokala vattendragen, Sokolowka bäcken med ett flöde på endast 0,17 m³/sek tar emot dagvattenflödena från 50 stora dagvattenledningar med frekventa översvämningar som följd. Rehabiliteringskonceptet som realiseras för närvarande innebär rekonstruktion av bäcken till ett naturligt tillstånd, konstruktion av flera underjordiska fördröjningsmagasin, återställande av kapaciteten i 4 stora naturliga helt igensatta dammar, byggande av ytterligare 5 nya dammar, och ett okänt antal våtmarker. Dessutom planeras strandskydd och en buffertzon längs bäcken (Zawilski, et al 1998).

Man kan tillägga att de stora översvämningarna i norra och centrala Polen under 1997 blev en ordentlig påminnelse om att man inte ostraffat kan belasta vattendragen med växande dagvattenvolymer och att samtidigt snabba på avrinningsprocessen i floderna. Byggande av fördröjningsmagasin, dammar och våtmarker har redan börjat ta fart i Polen.

Man kan konstatera att när det gäller *principer för planering* av framtida vattenhantering i polska städer skiljer de sig inte mycket från detta som vi betraktar som "state of the art" i Sverige och i andra europeiska länder. Det som däremot skiljer sig väsentligt är omfattningen av de enorma behov som föreligger i Polen.

2.8. Speciella problem i Schlesien

Schlesiens industriområde i sydvästra delen av Polen, med Katowice som största stad, har speciella problem i samband med sin enorma industrialisering, grovdrift samt mark- och luft förorening. År 1998 började man kalla denna region "dödens triangel" p.g.a. dess klassificering som ett av de mest degraderade områdena i världen. Vattenrelaterade problem skapades i regionen genom intensiv industriell verksamhet så som grovdrift, smältverk, järnmalms- och kemisk industri, värme och elverk. Alla dessa aktiviteter pågick ändå till slutet av 1980-talet utan någon rening av industrivatten, spillvatten eller luftutsläpp. Dessutom förorenades vattendragen med kloridhaltiga vatten som pumpas upp från kolgruvorna.

Den intensiva gruvdriften orsakade enorma sättningsproblem i marken. Markens nivå i vissa områden sjönk ner med 16 meter. Detta skapade givetvis förhållanden där ingen infrastruktur för vatten kunde fungera tillfredställande. Brustna ledningar kräver fortfarande ständiga reparationer, trots att grovdriften på senare tid har minskat väsentligt.

2.9. Organisation, struktur och finansiering av vattenrelaterad infrastruktur i Polen

Före år 1990 var all vattenhantering, inklusive vattenförsörjning, spillvattenrening, dagvattenhantering samt all utbyggnad av vattenrelaterad infrastruktur en statlig angelägenhet som hanterades genom statliga organ. Efter ekonomiska reformer i Polen formades nya regionala administrationer som tog över alla vattenfrågor. Nu finns det i varje län en kommunal myndighet som har en avdelning för vattenfrågor. Dessa frågor hanteras i städer av kommunala avdelningar för hantering av försörjningsvatten, spill och dagvatten. På senare tid har praktiken varit att de kommunala myndigheterna privatiserade den tekniska delen av den kommunala vattenhanteringen. Dessa privatiserade företag är ansvariga för byggande och förnyelse av vattenverk, reningsverk och ledningsnät av alla slag.

Finansieringsformen för kostnadstäckning av investeringar i infrastrukturen för vatten och avloppsrening bestäms i Polen lokalt i varje kommun för sig. (Pajdzinska, Roman 1996) Kommuner tillhandahåller ekonomiska medel dels från sina egna medel från vattenavgifter och dels från statliga bidrag.

De flesta kommuner täcker dessa kostnader genom ständigt växande avgifter för vatten och avlopp. För att ge exempel på storleken av dessa avgiftsökningar i Tabell 5 visas av kommunala myndigheter fastställda årliga avgiftsökningar för åren mellan 1997 och 2003 i staden Wroclaw i Södra Polen (Osuch-Pajdzinska, Roman. M. (1996)).

År	Tillåtna avgiftsökningar för hushållen		Tillåtna avgiftsökningar för andra användare	
	Vatten, % ökning per år	Avlopp, % ökning per år	Vatten, % ökning per år	Avlopp, % ökning per år
1998	5,0	14,0	4,1	3,3
1999	5,0	14,0	4,1	3,3
2000	5,0	14,0	4,1	3,3
2001	5,0	3,3	4,1	3,3
2002	5,0	3,3	0,0	0,0
2003	5,0	3,3	0,0	0,0

Tabell 5. Procentuell ökning av avgifter för vatten och avlopp i staden Wroclaw under åren mellan 1998 och 2003.

3. UNGERN

3.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 93 033 km²

Huvudstad: Budapest, 2,2 miljoner invånare 1994

Högsta berg: Kekes 1014 m.ö.h.

Största sjö: Balaton, 598 km²

Längsta floder: Donau, Tisza

Invånarantal: 10,25 milj. 1996, Invånarantal/km²: 110

Naturlig befolkningstillväxt: -0,3 % (1993)

Läs- och skrivkunnighet: 99 %

Folkgrupper: 90 % Ungare, ca 5 % zigenare, 2 % tyskar, 3 % kroater, rumäner, slovakar, serber

Religion: 70 % katoliker, 20 % kalvinister, 5 % lutheraner, små grupper ortodoxt kristna, judar och muslimer

BNP/invånare: ca 4 405 USD 1995, stigande

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 6 %, industri och byggnadsverksamhet 28 %, service och övrigt: 66 %

Naturtillgångar: brunkol, bauxit, naturgas, uran

Viktigaste exportvaror: råvaror och halvfabrikat, konsumtionsvaror, jordbruksprodukter, maskiner

3.2. Regional planering

Ungern inriktar sig, kanske mest av alla östeuropeiska länder på regional planering inom hantering av vattenresurserna (Nemeth, 1998). Så kallade Nationella Master Planer och Regionala Planer som utvecklades för hela landet bildar basen för all vattenhantering inom större avrinningsområden. Dessa planer innehåller information om:

1. Tekniska och ekonomiska aspekter angående regionala frågor rörande vattenförsörjning
2. Bedömningar av den naturliga potentialen och begränsningar vid vattenanvändning och vattenhantering, möjligheter till skyddsåtgärder mot vattenförorening av alla slag
3. Alternativ som står till buds för att lösa lokala vattenfrågor inom regionen.

Med denna inställning var Ungern redan år 1965 först i världen med att utveckla fullständiga regionala planeringsunderlag för lokalplanering i form av riktlinjer för planering, dimensionering och design av vattenrelaterad infrastruktur.

År 1995 utarbetade två Ungerska ledande institut, VITUKI och ATIVIZIG detaljer av den strategiska vattenplaneringen, bl.a. angående vattenhanteringspolicy i urbana områden som definieras av s.k. "Master Plan for Sewerage, Wastewater Treatment, Sludge Handling and Disposal". Man kan notera att i en sådan planeringsstruktur sätts

lokal urban vattenhantering mycket starkt i ett perspektiv av hela avrinningsområdet. Dessutom måste en sådan planering och design omfatta alla intresseområden där miljöskydd och hållbar utveckling nämnts som viktiga delar.

3.3. Vattenförsörjning

Dricksvatten tas i de flesta städer i Ungern från ytvattendrag med Donau som en huvudkälla för stora städer. En del vatten tas från sjöar inklusive den mest omtalade p.g.a. sina badmöjligheter sjön Balaton. Förorening och eutrofiering av vattendrag och sjöar är således ett stort problem som tar i anspråk stora resurser för att avhjälpas. På senare tid har ett stort projekt som bedrivs i EU:s regi och finansiering börjat ägna sig åt koordinering av alla nationella projekt som syftar till att förbättra vattenkvaliteten i Donau. Ett sådant program med namnet till översättning "Rening av detergentrelaterat fosfor i Donau avrinningsområde" bedrivs som ett projekt inom "PHARE", ett EU-finansierat programmet som omfattar alla länder kring Donau d.v.s. Tyskland, Österrike, Tjeckien, Slovakien, Slovenien, Kroatien, Ungern, Rumänien, Ukraina, Moldavia och Bulgarien. (Ijjas, 1998). Uppgradering av de flesta gamla och byggande av nya reningsverk ingår som en viktig del i programmet. En annan del av projektet har i blickpunkten frågor rörande utbildning av befolkningen i vattenkvalitetsfrågor, markering av varor med ekologiska märken, och avtal med industrier angående produkternas miljö kvalitet och utsläppsreduktion.

3.4. Spill- och dagvattenhantering

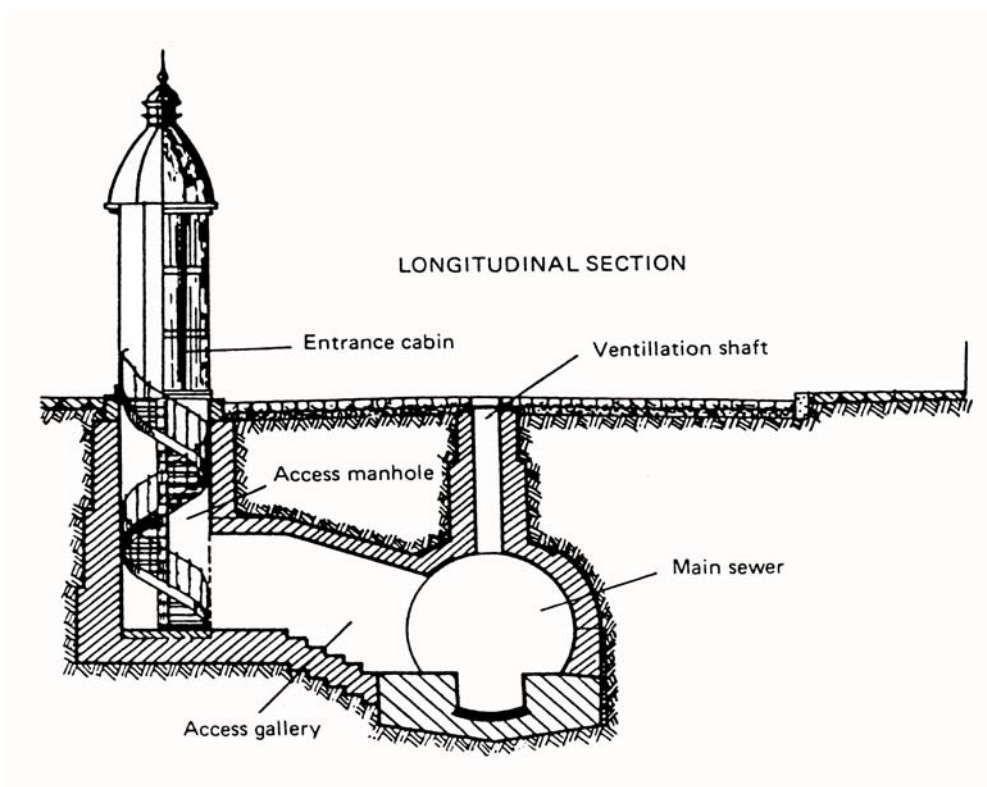
Spillvattennätet i Budapest är möjligen äldst, mest komplicerat och varierande till ålder, konstruktion och material av alla vattenrelaterade byggnadsverk i urbana områden i världen. De första dagvattenledningarna i Budapest konstruerades redan under Romartiden, för 2000 år sedan. År 1860 fanns det redan 80,6 km av kombinerade ledningar i staden (Stehlik 1998). Givetvis har under denna tid och ända till modern tid Donau floden varit den givna recipienten inte bara för spill- och dagvatten utan också för kvittblivning av sopor från staden.

Första vattenverket i Budapest blev färdigt under 1868 och de nya flödena av spillvatten från hushållen leddes till det redan tidigare byggda dagvattennätet. Praktiskt taget alla ledningar började fungera som kombinerade ledningar. De ökande spillvattenflödena började påverka behovet och utformningen av de kombinerade ledningarna i staden. Engelsmannen Bazelgette, en då erkänd expert på spillvattenhantering, planlade år 1869 en vidare utbyggnad av ledningsnätet i Budapest. De tre huvudledningarna som byggdes på Pestsidan av Donau följde stadens topografi nedströms. Från den lägsta punkten under marknivå vid floden Donau, behövdes det en pumpstation som kunde lyfta 1,9 m³ /sek. vatten 4,1 m upp för att skicka det vidare. Vidare utbyggnad av nätet skedde i flera etapper enligt en utbyggnadsplan upprättad år 1873. För att ge känslan av hur stora och imponerande dessa ledningsbyggen är i Tabell 6 ges dimensioner och kapacitet av huvudledningar byggda i Budapest mellan åren 1891 och 1910. (Stehlik 1995).

Pestsidan av Donau			
Byggnadsår	Dimensioner	Kapacitet	Namn
1891	1589 m x 4,80 m x 3,50 m	27,7 m ³ /sek	Boráros tér
1891–1907	4412 m x 3,64 m	14,4 – 3,50 m ³ /sek	Nagykörút
1893–1910	7174 m x 6,35 m	?	Kőbánya
Budasidan av Donau			
1929–1942	8026 m x 3,10 m	?	Rákospögly
1929–1942	3900 m x 1,25 m	?	Róbert Károly

Tabell 6. Dimensioner och kapacitet av huvudledningar för spill- och dagvatten bygga i Budapest mellan 1891 och 1910.

Ledningarna byggdes oftast av tegel eller sten som på ett konstnärligt sätt sammanfogades till komplicerade och ändamålsenliga former. Ledningarna utrustades ofta med inspektionsingångar placerade i små graciösa hus på marken, se Figur 5 som ett exempel.



Figur 5. Utformning av en kombinerad ledning med en inspektionsbrunn med ett litet hus på marken (från Stehlik 1995).

Under andra världskriget blev ledningar med sammanlagd längd av 3360 meter förstörda på 153 platser i Budapest och flera ledningar blev fyllda med sediment. Dessa ledningar, Budapests vatteningenjörers stolthet, blev fullständigt renoverade redan under första efterkrigsåret.

Under efterkrigsåren blev flera av byarna omkring Budapest inkluderade i staden. Detta medförde behov av att bygga ut, renovera och rekonstruera hela ledningsnätet. Också utbyggnad av tunnelbanan krävde omfattande ombyggnader av ledningsnätet i Budapest. Detta medförde bl.a. att man blev tvungen att lägga om flera sektioner av ledningsnätet i en form av omvända hävertar för att kunna leda vattnet under tunnlar, se Figur 6.



Figur 6. Byggnadsarbeten vid konstruktion av en tunnelbana som skulle korsas med en gammal spill- och dagvattenledning år 1965 (från Garami et al 1972).

Från 1960 gäller de största investeringarna i ledningsnätets utbyggnad och byggande av nya ledningar från nybebyggelse. Flera av de nya bostadsområdena vid stadens utkanter ligger under det centrala ledningsnätets nivå och flera nya pumpstationer och tryckledningar byggdes efterhand som staden växte. Renovering av gamla kombinerade ledningar och byggande av nya pågår ständigt. I början på 70-talet bestod ledningsnätet bestod av ledningar byggda under olika perioder och med olika material. Tabell 7 på nästa sida summerar dessa data. Numera ökar användningen av plastledningar vid byggande av servisleddningar .

Tabell 7. Distribution av ledningar i Budapest enligt konstruktionstiden.		
Konstruktionsår	% av bestånd	Längd i km
Innan 1895	17	270
1895–1910	13	210
1911–1926	5	85
1927–1945	33	520
1946–1969	32	509
Distribution enligt material		
Material	% av bestånd	Längd i km
Tegelsten, sten	14	225
Gammalt murverk	17	270
Cement betong	4	57
Portland cement	65	1042

Tabell 7. Byggnadsperiod och material av kombinerade ledningar i Budapest.

En utbyggnad av totalt 281 nya kombinerade ledningar och 11 större pumpstationer skedde under åren 1971–1985. Long-term planer förutsätter vidare utbyggnad av nätet. Andelen av separerade ledningsnät blir större vid nybyggande både i det växande Budapest som i de flesta ungerska städer.

Underhållsprogram innehåller mätningar av flöde och vattenkvalitet i strategiska punkter av ledningsnätet, och i pumpstationer, inspektion med videokamera (ca 400 km/år) följd av mindre reparationer, utbyggnad av säkerhetsanordningar för nödfallssituationer vid extrema regnhändelser, löpande reparationsarbeten och rening av ledningar. De gamla pumpstationerna som är omsorgsfullt byggda med gedigen ingenjörskonst och har en estetiskt tilltalande utformning utgör en känd turistrattraktion i Budapest.

Förutom Budapest, finns det kombinerade ledningssystem i de flesta städernas centrala delar medan nyare, efter krigstiden byggda bostadsområden utrustas med separata system. De separerade dagvattennäten mynnar som regel direkt i Donau. Ledningsnäten är på vissa ställen dåligt underhållna och underdimensionerade för dagens behov. Infiltration till ledningsnätet och illegala anslutningar utgör ca 20–30 % av spillvattenflödet.

Stor vikt läggs vid informationsservice för befolkningen. Information om konstruktions- och ombyggnadsarbeten är centraliserad och tillgänglig för invånare 24 timmar om dagen genom telefon, radio och TV.

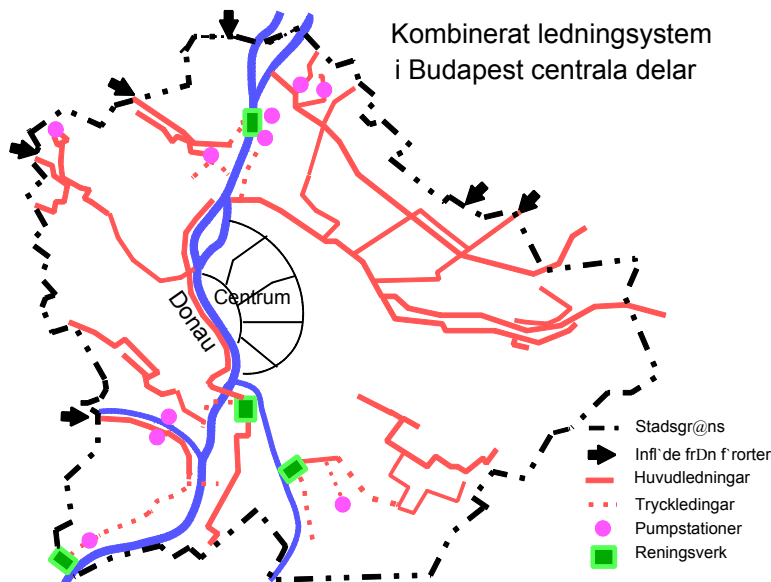
3.5. Dimensionering av ledningar

Dimensionering av nya separerade dagvattenledningar görs i regel för två-års återkomst i centrala stadsdelar och för treårs återkomst i nyare stadsdelar. Intensitet-varaktighet-återkomst kurvor används på ett liknande sätt som i Sverige. Användning av matematiska modeller vid dimensionering av ledningar ökar i ungefär samma takt som i Sverige.

3.6. Spillvattenrening

Byggandet av det första reningsverket i Budapest var planerat till år 1940. Kriget avbröt byggandet och efter kriget återupptogs dessa planer under flera omgångar men realiserades först under år 1960. För närvarande finns det tre reningsverk (mekanisk och biologisk rening) i Budapest : Nord-Budapest reningsverk med kapacitet av 140 000 m³ /dag, färdigbyggt 1983, Syd-Budapest med kapacitet av 72 000 m³ /dag färdigbyggt 1966 och Budakeshi reningsverk med kapacitet av 3000 m³ /dag, färdigbyggt 1960. Dessutom finns det tre mindre reningsverk av konteiner typ i stadens utkanter.

Denna sammanlagda reningskapacitet d.v.s. 215 m³/dag skall jämföras med de 1,2 miljoner m³ /dag spill- och dagvatten som staden genererar. Lång-term utvecklingsplan för Budapest upprättad 1962 förutsatte att, i ett längre perspektiv skulle all torrväder flöde som innehåller mest spillvatten, renas i trestegsreningsverk medan allt dagvatten även i fortsättningen släpps ut i Donau. Figur 7 visar huvuddragen av Budapests kombinerade ledningsnät med lokalisering av huvudledningar, pumpstationer, tryckledningar och reningsverk.



Figur 7. Förenklad karta över Budapests huvudledningar, pumpstationer, tryckledningar och reningsverk i stadens centrala delar.

Ursprungligen spreds slammet från Ungerska reningsverk på åkrar direkt eller efter rötning. På senare tid försöker man minska spridning av slammet på jordbruksområden och använda det i parker och andra gröna områden. Tillåtna kadmiumhalter i slammet som skall användas i jordbruket fastställdes till 5 mg/kg torrt slam år 1985.

4. TJECKIEN

4.1. Allmän information

Statskick: republik
Yta: 78 900 km ²
Huvudstad: Prag, 1,2 miljoner invånare 1994
Högsta berg: Snezka i Sudeterna, 1603 m.ö.h.
Längsta floder: Elbe, Vlatava (Moldau), Morava
Invånarantal: 10,3 milj. 1994, Invånarantal/km ² : 131
Naturlig befolkningstillväxt: -0,1 % (1994)
Läs- och skrivkunnighet: 100 %
Folkgrupper: 95 % tjecker, 3 % slovakier samt små grupper polacker, tyskar och zigenare.
Religion: 43 % romerska katoliker, 43 %, 8 % protestanter, 8 % husiter, 3 % uniater, judar m.fl.
BNP/invånare: ca 3 489 USD 1994
Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 6 %, industri 40 %, övrigt 45 %
Naturtillgångar: brunkol, järn, grafit, silver, uran
Viktigaste exportvaror: produkter från tillverkningsindustri, maskiner och transportutrustning, kemikalier, livsmedel och boskap

4.2. Vattenförsörjning

Tabell 8 visar data som karaktäriserar utvecklingen i vattenproduktion och vattenanvändning i Tjeckien under åren 1989–1996.

Tabell 8	Enhet	1990	1992	1994	1996	Kvot 96/89
Total vattenproduktion	miljon m ³ /år	1256	1173	1021	944	0,755
Total vattenkonsumtion	miljon m ³ /år	936,5	845,1	696,2	631,4	0,679
Vattenproduktion	l/dag/pers.	399	369	317	292	0,728
Vattenkonsumtion	l/dag/pers..	298	266	216	195	0,654
Hushållens vattenanvändning	l/dag/pers..	174	159	129	116	0,678

Tabell 8. Utveckling i vattenproduktion och vattenanvändning i Tjeckien under åren 1989-1996.

4.3. Dagvattenhantering

Ledningsnäten i Tjeckien och Slovakien är nästan lika gamla som i Polen eller Ungern. Följaktligen är majoriteten av ledningarna av kombinerad typ, endast de nyare och nybyggda ledningarna är separerade. De äldre ledningarna är ofta äggformade och gjorda av tegelstenar. Ledningsnäten är dåligt underhållna och måste ständigt repareras. Bräddningar förekommer ofta. En studie av bräddningsfrekvensen som gjordes i staden Bratislava visade att antal bräddningstillfällen per år ökar snabbt (Urcikan et al 1993). Utjämning av flödena framstår som ett viktigt mål för de nuvarande kommunala vatteningenjörerna.

Ett projekt för att skaffa ett underlag till långtidsriktlinjer för den nationella policyn i den integrerade dagvattenhanteringen genomfördes i Prag under 1997–98 med deltagande av det Schweiziska Institutet EAWAG. Projektet avsåg flera aspekter av den urbana vattenhanteringen. Bl.a. ville man fastställa behovet av att samla mätdata nödvändiga för att kunna besluta renoverings- och utbyggnadsplanerna. Man ville också ta reda på bräddningsfrekvenserna i de kombinerade ledningarna i staden. Det är intressant att notera att den Nordiska MOUSE modellen användes vid beräkningar av ledningsfunktionen. MOUSE-SAMBA och MOUSE-TRAP användes för modellering av vattenkvaliteten. STOAT och ASIM användes för att modellera flöden genom reningsverk. De visade sig att under mindre regn var koncentrationer av suspenderade ämnen i floden 18 gånger större än under större regntillfällen då det höga flödet spädde ut föroreningarna. Man kan också konstatera att de största problemen med dålig funktion av ledningar, otillräckligt utbyggt ledningsnät, bräddningar och brist på tillräcklig rening i reningsverk utreddes fortfarande medan riktiga förbättringar går trögt (Krejčík et al 1998).

Ett liknande projekt genomfördes i staden Pilsen där ett avrinningsområde av 350 ha har ledningsnät med 1751 brunnar och 8 bräddningsbrunnar. Ledningsnätet är gammalt och har olika oregelbundna former som varierar mellan runda och ovala med varierande radie. MOUSE modellen användes för att verifiera den nuvarande funktionen och planera nödvändiga förbättringar (Hora et al 1998).

4.4. Spillvattenrening

Som i andra Öststater går stora mängder av spillvatten direkt ut i recipienterna via det kombinerade ledningsnätet. De flesta reningsverken i mindre städer har endast mekaniska reningsteg. I Prag och några andra större städer finns det också biologiska reningsteg.

Under lång tid upplevde man inga större problem med slammet. Ca 50 % av slammet deponerades och ungefär 40 % av slammet användes i jordbruket. På grund av höga kadmiumhalter i slammet, upp till 13 mg/kg torrt slam, började man på senare tid att vara mera restriktiv. Nyare riktlinjer fastställer gränsvärden av skadliga ämnen i slammet som skall användas i jordbruket. Dessa normer börjar så småningom närma sig de svenska. Därför ökar andelen av slammet som deponeras.

4.5. Dimensionering av ledningar, dimensionerande regn

Urcikan et al (1998) beskriver dimensioneringsregler och val av det dimensionerande regnet. Vid dimensionering används data från ett experimentområde i staden Bratislava (8300 invånare) där man har framtagit s.k. kumulativa frekvenskurvor för avrinning under regn. Dessa kurvor sätts i samband med antalet och frekvensen av bräddnings-tillfällena. Samtidigt framställdes kumulativa intensitets-varaktighets-frekvenskurvor för medelregn under årets varmperiod. Följande ekvation användes:

$$r = a \cdot p^g \cdot m_r^{-c} - d$$

där: r – medelregnintensitet i l/s ha

m_r – antal regn med medelintensitet större än medel r för årets varmperiod

$$c = b \cdot p^a$$

där: b , a , g , p , d är lokala parametrar som bestämdes experimentellt för platsen.

Ett säreget problem i samband med modellering av ledningsflöden uppstod i staden Pilzen i Tjeckien. Gamla kombinerade ledningar som ursprungligen i vissa fall hade ovala former har deformerats under många decennier av drift. Således var det svårt att använda modeller som kan beräkna flödet endast i ledningar med regelbundna tvärsnitt.

5. SLOVENIEN

5.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 20 253 km²

Huvudstad: Ljubljana, 265 000 invånare 1995

Högsta berg: Triglav, 2863 m.ö.h.

Längsta floder: Sava, 221 km

Viktigaste sjö: Bohinj

Invånarantal: 2 milj. 1995, Invånarantal/km²: 98

Naturlig befolkningstillväxt: -0,01 % (1993)

Läs- och skrivkunnighet: 100 %

Folkgrupper: 88 % slovener, 2,8 % kroater, 2,4 % serber, ungrare, italienare

Religion: 43 % romerska katoliker 84 %, protestanter, ortodoxa, muslimer och judar

BNP/invånare: ca 7 800 USD 1994

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 5 %, industri 37 %, service och övrigt 57 %.

Naturtillgångar: järn, bly, zink, koppar, uran, olja, brunkol

Viktigaste exportvaror: maskiner och transportutmedel, insatsvaror, kemikalier, livsmedel, råvaror, diverse industrivaror

Slovenien med huvudstaden Ljubljana ligger vid Adriatiska havet mot nordväst från andra stater i det forna Jugoslavien. Vattenförsörjningen är för det mesta säkerställd från rikliga grundvattenkällor. Huvudstaden Ljubljana har ca 500 000 invånare. Under flera århundraden då staden utvecklades fanns det inga ledningar och dag- och spillvattnet evakuerades genom ett naturligt dräneringssystem. På senare tid när ledningsnätet byggdes ut var målet att leda spill- och dagvattenflöden 10 km runt staden och släppa ut det i recipienten floden Sava nedströms staden. Även denna ledning bräddade under större regntillfällen till mindre floden Ljubljanica i staden. Efter det att Slovenien blev självständigt år 1991 började man tänka på att bygga ut ledningsnätet med fördröjningsmagasin och i ett senare skede bygga ett reningsverk i staden.

För att planera detaljer av ledningsnätets utbyggnad har mellan 1994 och 1996 en internationell grupp under ledning av det Danska Hydrauliska Institutet (DHI) genomfört urbanhydrologiska studier i staden Ljubljana, Det svenska VBB-VIAK ansvarade för modellering med bl.a. MIKE11 och MOUSE. (Tomic och Gustafsson 1996).

Utbyggnad av ledningsnätet fortsätter kontinuerligt.

6. KROATIEN

6.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 56 538 km²

Huvudstad: Zagreb, 950 000 invånare 1995

Högsta berg: Pleševica planina, 1649 m.ö.h.

Längsta floder: Sava, 221 km

Invånarantal: 4,66 milj. 1995, Invånarantal/km²: 82

Naturlig befolkningstillväxt: -0,04 % (1995)

Läs- och skrivkunnighet: 97 %

Folkgrupper: 78 % kroater, 12 % serber (minskande)

Religion: 76 % katoliker 11 %, ortodoxt kristna, muslimer och protestanter

BNP/invånare: ca 3 700 USD 1995

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 5 %, fiske m.m. 16 %, industri, byggindustri och gruvor 48 %, service, handel och övrigt 36 % (1994)

Naturtillgångar: olja, naturgas, bauxit

Viktigaste exportvaror: maskiner och transportutmedel, insatsvaror, bränsle och smörjmedel

Kroatien har rikliga vattentillgångar. Den kanske ekonomiskt viktigaste zonen i Kroatien, d.v.s. kuststräckan vid Adriatiska havet med kända semesterorter har rikliga vattenkällor från en artesisk akvifer med bästa vattenkvalité. De totala vattenresurserna omfattar ca 1234 m³/sek från vattendrag och 180 m³/sek som en förnyelsebar del av grundvattentillgångarna. (Geres, Urumovic 1997)

Den totala vattenförbrukningen var i Kroatien 779 miljoner m³ /år 1990, d.v.s. innan det jugoslaviska kriget, 599 miljoner m³ under kriget år 1991, och 650 miljoner m³ år 1996. Vattenförluster från distributionsnätet varierar från 10 % till mera än 40 % beroende på ålder och kondition av vattenledningar som var och fortfarande är dåligt underhållna. Det kan noteras också att det fortfarande ofta saknas vattenmätare både i vattenverk och hos av industriella och privata förbrukare.

6.2. Vattenförsörjning

Trots sina rika vattentillgångar har Kroatien stora problem med vattenförsörjning. Orsakerna är att finna i höga föroreningshalter som förekommer både i floder och i grundvatten. Orsaker till vattenföroreningarna är i stort sett ett resultat av industriella aktiviteter och jordbruket som under decennier fungerade utan tillräcklig hänsyn till miljön. Vissa grundvattenkällor är fortfarande rena eller mindre förorenade. Men grundvattenbildning är en lång process och man befärar att grundvattenföroreningen kan öka under kommande decennier (Geres, Urumovic 1997).

Planering och administration av vattenfrågor i Kroatien bedrivs på tre nivåer som omfattar central, regional och lokal administration i städer och i rurala distrikt. År 1995 gavs på central nivå ut en s.k. Vattenakt som reglerar vattenhantering och ålägger de

lokala myndigheterna att planera vattenhantering på ett integrerat sätt. Samtidigt bildar vattenhanteringsplanerna en del som ingår i fysisk planering och miljöplanering. Det sägs att konceptet av "hållbar utveckling" bildar basen för all central och lokal planering i Kroatien. Utveckling av vattentillgångar för att tillfredsställa vattenbehov år 2000 baseras på kommande ekonomisk och social utveckling. Målet är att uppnå tillfredställande vattenförsörjning för 90 % av dagens befolkning från offentliga källor. Planerade investeringar i vattenförsörjning för planeringsperioden 1995–2000 uppgick till 1000 miljoner USD.

6.3. Dagvattenhantering

De flesta ledningar i de forna jugoslaviska städerna är kombinerade. För att bemästra föroreningsproblem i samband med ofta förekommande bräddningar som tillsammans med brist på spillvattenrening orsakar stor miljöförorening av floderna satsar man stort på byggande av fördröjningsmagasin. Huvudstaden Zagreb med nästan en miljon invånare har ett nät av ca 1300 km kombinerade ledningar och ca 1000 km ledningar för industrispillvatten. År 1996 fanns det inga reningsverk i staden. Staden bildar en komplicerad mosaik där stadsbebyggelse blandas med rurala inslag och morfologin varierar kraftigt från kullar med branta sluttningar till flacka låglänta områden kring floden Sava och Savas tillflöden. Norr om floden Sava är ledningssystemet gravitationellt, medan söder om Sava dagvatten måste pumpas upp för att släppas ut i Sava.

Staden har stora problem med sitt ledningsnät. Ledningarna är gamla, av mycket varierande konstruktion, okonventionella former och ofta förekommande lokala översvämningar. År 1995 introducerades användningen av MOUSE modellen i Zagreb för att undersöka nuvarande situation mera i detalj samt för att planera kommande åtgärder. (Dedus och Pavlekovic 1996).

6.4. Dimensionering av ledningar

Synergiska effekter av förorening genom dagvatten och spillvatten kräver speciell hänsyn vid dimensionering av fördröjningsmagasin som oftast konstrueras som öppna dammar. Frågan har studerats i miljonstaden Zagreb där man utvecklade s.k. hydrologiska standard för att beräkna volymer och föroreningsinnehåll under stora regn. Denna standard bygger på analytiska samband som relaterar regionala faktorer (säsongsbundna regnförhållanden) och regionspecifika faktorer (tillflöde från det kombinerade systemet) till frekvensen av samlade vattenvolymer. Sambanden är exponentiella och exponenter tabuleras regionalt. (Petras och Marusic 1997).

6.5. Internationellt samarbete

Kroatien har ett långvarigt samarbete i vattenfrågor med grannländerna Ungern och Slovakien. Samarbetet med Ungern har gamla traditioner som baseras på ett gemensamt intresse att utnyttja och skydda gränsfloden Drava. Samarbetet gäller också drift och underhåll av existerande dammar samt byggande av nya. Samarbetet regleras av "Croatian-Hungarian Commission for Water Management". En stor del av aktiviteterna gäller insamlandet av hydrologiska data. En del av programmet ägnar sig från år 1963 åt insamlandet av vattenkvalitetsdata och inventering av utsläppspunkter inte minst från urbana områden och från jordbruket. Från 1971 fungerar ett internationellt program för systematiskt insamlande av vattenkvalitetsdata en gång i veckan i sex permanenta profiler längs floden Drava. Mellan 1971 och 1987 omfattade programmet följande variabler: konduktivitet, syre, BOD₅, COD, suspenderade ämnen, glödningsrester, Ntot, Ptot. och Coliforms. År 1978 tillkom provtagning för metallerna Cd, Cr, Pb, och Hg. Från 1993 analyserades också prover för Cu, Zn, Co, Mn, Ni och Fe (Frankovic, Hatic 1998).

Resultatet av provtagningen visar att Dravas vattenkvalitet förbättras långsamt från år 1994.

Orsaken till förbättring kan, likadant som i andra forna Öststater, till största delen tillägnas en minskning av föroreningstillförsel från industrier och jordbruket p.g.a. förändrade politiska och ekonomiska villkor i Kroatien. Dessutom började man bygga nya reningsverk i en ökande takt.

Det är också värt att nämna att i samarbete med det Danska Hydrauliska Institutet (DHI) genomfördes år 1995 morfologiska studier av floden Drava med användning av MIKE 11 modellen (Biondic och Vidakovic 1998).

Ett annat exempel på internationellt samarbete är ett projekt som genomfördes med användning av s.k. "Scandinavian approach" d.v.s. man använde MOUSE modellen kopplad till Geografic Information System (GIS) samt MIKE 11 för att analysera det kombinerade ledningsnätet i staden Zagreb. Projektet syftade till att uppnå bättre kunskaper om nätets funktion, föreslå metoder för förbättring av funktionen i det befintliga kombinerade systemet, skaffa kunskaper för att framställa rehabiliteringsplan för nätet och recipientskydd, fastställa framtida inflöde till reningsverken. Projektet är inte avslutat och det är omöjligt att veta om alla syften uppnåddes (Dedus och Pavlekovic 1996).

6.6. Dagvatten och spillvattensystem

Som i de flesta forna Öststatsländerna, är de flesta Kroatiska städerna utrustade med kombinerade ledningar. Dagvatten ingår således i spillvattenproblematiken.

6.7. Spillvatten

Det är svårt att få information rörande förekomst av reningsverk i alla länder av det forna Jugoslavien. Man kan dock generellt säga att endast de största städerna är utrustade med reningsverk. I staden Split som är en av de vackraste städer vid den Adriatiska kusten, med byggnader från Romartiden inkorporerade i stadsbilden, släpptes orenat spillvatten ut direkt i havet i närheten av stadens centrum så sent som år 1994. Detta utsläpp kunde kännas på lukten vid den vackraste utsiktsplatsen i staden.

Fortfarande råder det stor brist på reningsverk. Dessutom har de flesta reningsverk som finns endast mekaniska reningssteg. På senare tid, före kriget 1999, har dock alla länder av det forna Jugoslavien börjat göra stora ansträngningar för att förändra denna situation till det bättre. Under kriget 1999 har flera vägar och broar förstörs. Utbyggnaden av spillvattensystem och reningsverk blev förskjuten till en avlägsen framtid.

7. BULGARIEN

7.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 110 994 km²

Huvudstad: Sofia, 1,2 miljoner invånare 1995

Högsta berg: Musala 2925 m.ö.h.

Längsta floder: Donau, Iskar Maritsa, Tundzja

Största sjöar: Varnasjön, Burgarssjön, Atanasovsjön

Invånarantal: 8,8 milj. 1995, Invånarantal/km²: 79

Naturlig befolkningstillväxt: -0,1 % (1995)

Läs- och skrivkunnighet: 92 % (1993)

Folkgrupper: 85 % bulgarer, 9 % turkar, 3 % makedonier, 2,5 % zigenare, samt mindre grupper albaner, armenier, greker, rumäner m.fl.

Religion: 85 % bulgarisk ortodoxa, 13 % muslimer, små grupper av katoliker, armeniskt kristna, protestanter och judar

BNP/invånare: ca 1515 USD 1995

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 13 %, industri 35 %, handel, service och övrigt 52 % (1994)

Naturtillgångar: sten- och brunkol, bly, zink, koppar, järn

Viktigaste exportvaror: maskiner, jordbruksprodukter, metaller

Regional s.k. "Environmental Inspectorate" är ansvarig för landets miljöpolicy, planering, datainsamling, utgivning av tillstånd för utsläpp och implementation av nödvändiga miljö-relaterade åtgärder.

7.2. Vattenförsörjning och vattenanvändning

Bulgarien tillhör de mest fattiga europeiska länderna när det gäller vattentillgångar. Volymen av de användbara vattenresurser uppgår till ca 800–1000 m³ per capita och år men användning begränsas ytterligare p.g.a. vattenförorening.

Uppgifter om vattenförsörjningssituationen i Bulgarien är mycket varierande och osäkra. Det är däremot klart att historisk sätt har Bulgarien stora problem med vattenförsörjning. From början av år 1994 introducerades periodisk vattenransonering i 4193 orter med 6 911 700 personer. I 80 städer och orter med total population av 2 635 800 personer var vatten ransonerat under hela året. Livet av ca tre miljoner människor d.v.s. nästan en tredje delar av den totala populationen i Bulgarien är periodisk direkt påverkad av torkan. Liknande situationer har inträffat flera gånger också på senare tid. Centraliserad vattenförsörjning omfattar ca 98 % av befolkningen.

7.3. Dagvattenhantering och spillvatten, hantering och rening

Med undantag av några dammar som samlar en viss volym av dagvatten innan det släpps ut i floden Donau i utkanten av huvudstaden Sofia, praktisk taget ingen dagvattenrening. Nästan alla städer och en del av mindre orter är utrustade med kombinerade, gravitationella ledningar med den totala längden av 9150 km d.v.s. ca 1 m/peson. De flesta ledningar är av betong, en mindre del, av armerad betong. Det finns ett stort men okänt antal bräddbrunnar. Det är klart att bräddningar förekommer ofta, inte bara under regn men på många ställen också under torr väder.

7.4 Spillvattenrening

Det finns totalt 52 reningsverk i Bulgarien, från dessa 13 har endast mekanisk rening, 39 reningsverk har både mekanisk och biologisk reningssteg. Reningsverk finns i 47 platser och betjänar 35,3 % av befolkning. Ca 59 % av den totala spillvattenvolymen i Bulgarien går genom någon form av rening. Enligt EU Direktiv 91/271EEC, skall alla städer med invånarantal över 10 000 vara utrustade med ett reningsverk med åtminstone 2 reningssteg. Bulgarien försöker nu genomföra steg för att uppfylla detta krav och byggande av totalt 36 reningsverk planeras.

En större del av dessa investeringar är tänkt att finansieras med EU medel.(Internet 1 / (2001)).

8. LITAUEN

8.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 65 300 km²

Huvudstad: Vilnius, 537 000 invånare 1996

Högsta berg: Juazapine, 294 m.ö.h.

Längsta floder: Nemunas, Neris

Invånarantal: 3,7 milj. 1996, Invånarantal/km²: 57

Naturlig befolkningstillväxt: -0,01 % (1995)

Läs- och skrivkunnighet: 100 %

Folkgrupper: 81 % litauer, 8. % ryssar, 7 % polacker, 1,5 % vitryssar, 1 % ukrainare (1996)

Religion: romersk-katolska kyrkan dominerar, rysk-ortodoxa och protestantiska minoriteter

BNP/invånare: ca 1544 USD 1995

Näringsgrenars andel av BNP: jordbruk 9 %, industri 34 %, service 36 %, övrigt 20 % (1995)

Naturtillgångar: timmer, torv, råvaror för byggnadsindustrin

Viktigaste exportvaror: textilier, kemiska produkter, olja och mineraler, elektronik

Litauen med en yta av 64 500 km² och en befolkning av 3,72 millioner är det minst urbaniserade landet av de tre baltiska republikerna. Huvudstaden Vilnius med ca 500 000 invånare ligger i Litauens sydvästra del vid floden Nemunas. Vilnius tillsammans med Kaunas som har 413 000 invånare, är Litauens största städer och de viktigaste industristäderna och utbildningscentra. Förorening av miljön och speciellt av sjöar och vattendrag orsakar stora vattenhanteringsproblemen i Litauen. Man kan tillägga att en del av föroreningsproblem i vattendragen i Litauen orsakas av Litauens grannar som till exempel Belarusia varifrån en stor del av föroreningar i floden Dougava härstammar (Lyulko 1997).

8.2. Vattenförsörjning och vattenanvändning

Litauen har rika vattenresurser med ca 2,8 tusen sjöar som täcker 1,9 % av landets yta och 29 000 floder och mindre vattendrag. De totala ytvattenresurserna som är lätt tillgängliga uppgår till 7 100 m³/person och år. Dessutom finns det ca 316 m³/person och år av lätt tillgängligt grundvatten. Landet är indelat i flera nationella och internationella avrinningsområden. Floden Nemunas's avrinningsområde delar Litauen med Belarusia, Polen och Ryssland (Kaliningrad). Avrinningsområdet av floden Venta delas med Lettland. Detta försvårar vissa aspekter av vattenhanteringen.

Ca 89 % av vattenanvändningen går till industri- och jordbruksbehov och ca 11 % till hushållsbehov. Total vattenanvändning är 4 billioner m³ / år av vilka 3 billioner m³ / år används av Ingalina kärnkraftverk. 300 millioner m³ / år, i huvudsak från grundvattentillgångar, används för hushållsbehov. Landet producerar vattenkraft som täcker 3,3 % av det totala energibehovet (Vycius, 1997).

Liksom i alla forna Öststater var vattnet i Litauen fritt under en lång period. Detta orsakade mycket hög vattenkonsumtion också i Litauen. Först efter att Litauen blev självständigt år 1990 introducerades ett gradvis växande pris på det levererade vattnet, och vattenkonsumtionen började minska.

8.3. Dagvatten och spillvattenhantering

De flesta städer i Litauen är utrustade med kombinerade ledningar. Dagvatten ingår således i spillvattenproblematiken.

Totalvolym av spillvatten som genereras i Litauen är ca 415 millioner m³ / år. Enligt Vycius (Vycius 1997) är endast 24 % av denna volym “tillräckligt renad” medan 54 % är “otillräckligt renad” och 22 % är inte renad alls. Reningsverk med biologisk rening finns endast i Vilnius och i 2 mindre städer, Klajpeda och Palanga. Kaunas reningsverk har endast mekanisk rening.

Innan Litauen blev självständigt år 1990 låg ansvaret för miljö, vattenhantering och vattenrening hos de centrala, statliga myndigheterna. Efter år 1990 förändrades alla aspekter av samhällsplanering. Ansvar för vattenförsörjning och vattenrening hamnade på kommunal nivå på ett liknande sätt som i alla andra öststatsländer. Dessutom förändrades p.g.a. minskade handelskontakter med Ryssland också behovet att producera industriprodukter och matvaror för export. Jordbruksproduktionen minskade med ca 50–60 % mellan åren 1989 och 1995. Vattenpriset började öka och vattenkonsumtionen och spillvattenmängderna minskade. Under senare år har det totala föroreningsutsläppet från Litauiska städer minskat trots fortsatt brist på reningsverk. Som exempel kan noteras att medelkoncentrationen av kväve i floden Nemunas nedströms staden Kaunas var 1,83 mg/l år 1992, 1,48 mg/l år 1993, 1,13 mg/l år 1994 och 1,06 år 1995.

Restrukturering och privatisering av jordbrukssektorn orsakar nya problem i samband med växande mängder av avfall. Dessutom p.g.a. restrukturerings av stadsplanering och ökande matpriser började en stor del av stadsbefolkningen återvända till rurala områden där just nu antalet stora jordbruk som producerar kött, mjölk och mjölkprodukter växer snabbt. Detta medför ökande behov av små reningsverk på landsbygden.

9. LETTLAND

9.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 64 100 km²

Huvudstad: Riga

Invånarantal: 2 749 211 invånare 1994

Naturlig befolkningstillväxt: ~ 0,01 % (1995)

Läs- och skrivkunnighet: 100 %

Folkgrupper: 51,8 % litauer, 33,8 % ryssar, 4,5 vitryssar, 3,4 % ukrainare, 2,3 % polacker, 4,2 % andra

Religion: Lutheransk, romersk-katolsk, rysk- ortodox.

GNP/invånare: ca 4810 USD 1993

Näringsgrenar: Industri 41 % av GNP, elproduktion, oljeproduktion, virke, jordbruket 16 % 1995

Naturtillgångar: timmer, torv, råvaror för byggnadsindustrin

Viktigaste exportvaror: oljeprodukter, virke, metaller, mjölkprodukter, textilier, kemiska produkter, olja och mineraler, elektronik

Lettland med Riga som huvudstad har en liknande situation och vattenrelaterade problem liksom andra forna Sovjetstater i regionen. Den största skillnaden mot andra städer i regionen är att från 1992 har Riga fått ett biologiskt reningsverk som renar 73 % av stadens spillvatten d.v.s. 301 000 m³ / dag. Resterande 82 000 m³ spillvatten släpps ut i recipienten floden Dougava som mynnar ut i Östersjön (Purgailis, 1998).

Huvudstaden Riga tar sitt försörjningsvatten från floden Dougava (ca 252 000 m³/dag) och från sjön Jugla (205 000 m³/dag).

10. ESTLAND

10.1. Allmän information

Statskick: republik

Yta: 45 226 km²

Huvudstad: Tallinn

Invånarantal: 442 700 invånare 1994

Naturlig befolkningstillväxt: -0,38 % (1993)

Läs- och skrivkunnighet: 100 %

Folkgrupper: 51,8 % ester, 29 % ryssar, 2,7 % ukrainare, 2,7 % vitryssar, 1,5 % finnar, 1,8 % andra

Religion: i huvudsak protestanter, minoritet ortodox

GNP/invånare: ca 2 300 USD 1995

Näringsgrenar: jordbruk och skogsbruk 7 %, industri 19 % av BNP, transport, handel, finans- och försäkringssektor 56 %, övrigt 18 % (1995)

10.2. Vattenförsörjning

Estland har en yta av 45 000 km² och 1,5 miljoner invånare koncentrerade i huvudsak till städerna. Huvudstaden Tallinn har 470 000 invånare och tillsammans med nordöstra gruvdistriktet har totalt en population av 670 000 invånare dvs. 45 % av hela Estlands befolkning koncentreras på en yta av 3 % av hela landytan. Denna del av befolkningen svarar för ca 79 % av den samlade nationella inkomsten.

På grund av ett fuktigt klimat är Estland rikt på vattentillgångar. Största delen av vattenförsörjningen i Estland kommer från grundvatten som har varit tämligen väl skyddat mot föroreningar. Under år 1993 utvanns ca 330 000 m³ grundvatten för vattenförsörjning. Totalt hushållsbehov är 270 000 m³/dag).

Tallinn får sitt vatten från sjön Ulemiste som erhåller vatten från flera floder. Vattnet renas i ett reningsverk med en kapacitet av 250 000 m³ dag. Ett problem är att ytvattenresurserna är starkt förorenade p.g.a. industriella aktiviteter och den intensiva användningen av kemiska gödningsämnen och bekämpningsmedel i jordbruket. På senare tid börjar man ifrågasätta om det är riktigt att fortsätta med sjön Ulemiste som vattenkälla för Tallinn. Sjön är starkt eutrofierad och förorenad med utsläpp från industrier och från flygplatsen. Den andra största staden i Estland är Narva vid Narva floden som börjar ca 40 km uppströms staden i sjön Peipsi som inte är så starkt förorenad.

Industrin emitterar stora mängder luftföroreningar och industriellt spillvatten går till floder utan rening. Avfallshögar av aska från energiverk växer per år med ca 9 miljoner ton per år. Totalt 15 miljoner ton industriellavfall deponeras per år på 400 deponeringsplatser.

10.3. Dagvattenhantering

De flesta städerna i Estland är utrustade med kombinerade ledningar. Dagvatten ingår således i spillvattenproblematiken. Som i alla andra Öststater, är det kombinerade ledningsnätet gammalt och dåligt underhållet. Man står framför ett stort problem att restaurera och, separera dagvatten från spillvatten. Samtidigt måste man rusta upp de gamla och bygga nya reningsverk, speciellt i mindre städer och orter.

10.4. Spillvattenrening

Det finns några gamla reningsverk byggda i Estland under Stalin tiden. Dessa är dåligt underhållna och har låg kapacitet. De flesta småstäderna har inga reningsverk. Tallinn har ett reningsverk med kapacitet för rening av 250 000 m³/dag. Vatten från sjön Ulemiste används för utspädning av föroreningar i andra floder. Reningsverket i Narva har kapacitet att rena 70 000 m³/dag och utsläpp från reningsverket används för att förstärka vattenflödet i Narvafloden.

11. Referenser

Baltic University (1992): Session 9, Tv transmission, 10-session programme by Uppsala University, Sweden.

Blaszczyk, W., Blaszczyk, P., Roman, M., Stomatello, H. (1983): “Kanalizacja”, Vol. 1 Editor Arkady, Warsaw.

Blondic, D., Vidakovic, R. (1998): “Morphological Processes on the Downstream Part of the Drava River”. In: Internat. Conf. on European River Development, Budapest. VITUKI, Editors: Guyer, J., Schuerlein, H., Starosolsky, Ö. pp.309–316.

Dedus, B., Pavlekovic, M. (1996): “The Zagreb Swerage Project – POKS GZ application of the novel approach to the sewer system analysis”. In: Proc. of 7th Internat. Conf. On Urban Storm Drainage, Hannover, Germany. Vol. II, pp 1249–1954.

Desbordes, M., Raous, P., Trevisol, Y (1983): “Areal Reduction Factors on Short Time and Space Intervals”. In: Proc. Seminar on “Rainfall as the Basis for Urban Runoff Design and Analysis”. Copenhagen 24–26 August 1983.

Dziopak, J. (1997): “Multi-chamber Storage Reservoirs in the Sewerage System”. Publication of Technical University of Czestochowa, Poland. ISBN 83-85031-78-2.

European Commission (1999): Requirements and Framework for Environment and Transport Telematicd Implementation, a survey of Ten Central and East European Countries”. Cape Project (TR 4101/IN 4101).

Frankovic, B., Barakovic, B., Hatic, D. (1998): Developmemt and use of Drava and Mura Rivers in Croatia.” In: Proc. International Conference on European River Development, VITUKI, Budapest 16–18 April 1998, pp 293–300.

Garami, T., Böbel, J., Parnay, Z. (1972): Sewreage of Budapest. Volume 1 och 2. Berakovic, B., Cesarec, K., Berkovic, M. (1997): “Works and Cooperation on the International River Drava”. In Proc. Internat. World Water Congress ,Montreal 1997, Vol II, pp 737–739.

Geres, D., Urumovic, K. (1997): “Croacian Water Supply in 21 Century”. In Proc. Internat. World Water Congress ,Montreal 1997, Vol II, pp 761–764.

Hora, J., Kuby, R., Suchanek, M., Pryl, K. (1998): “ Information Technologies and Hydroinformatic Tools in the Tow n of Pilzen”. In: Proc. Novatech Conference, Lyon, France, May 4–6. pp 271–277).

Ijjas, I. (1998): “Ekosystem based detergent policies for the Danube basin countries”. In: Internat. Conf. On European River Development, ICERD, Budapest, Hungary April 16–18 1998. VITUKI, pp 421–428

Internet 1 / (2001): <http://www.moew.government.bg/mission/priorconstr.html>.

Kindler, J. (1992): "Water Management in Central and Eastern Europe". Ecodecision, June.

Kisiel A. (1998): "Hydrauliczna analiza działania gravitacyjno-podciśnieniowych zbiorników kanalizacyjnych" (Hydraulic analysis of gravitational vacuum-driven detention tanks) in Polish. Politechnika Krakowska. Monography 238.

Koczko, B., Mossakowska, A., Pacholec, B. (1997): "Kierunki Modernizacji Wodociągu Praskiego w Warszawie" *Ochrona Środowiska*, No 4(67), pp 21–23.

Krejčík, J., Koudelák, P., Musilová, S., Stránský, D. (1998): "Monitoring and Modelling of Urban Urban Drainage Performance", IN: Proc. Novatech Conference, Lyon, France, May 4–6. pp 117–121.

Lyulko, I. (1997): "Latvian Water Quality Network and Information system". In: Proc. Internat. Seventh Conf. On Urban Storm Drainage, Hannover. Editors Siekr, and Vervorn. pp 299–300.

Mikołajski, S., Gielert, M. (1997): "Zmiany jakości wody do picia w okresie funkcjonowania Saur Neptun Gdansk SA, 1992–1996". (Changes of drinking water quality under function of Saur Neptun CO 1992–1996). In Polish. In: *Ochrona Środowiska* No 4(67), pp 17–20.

Osuch-Pajdzińska, E., Roman, M. (1996): "The legal institutional and financial aspects of urban storm drainage in Poland during the period of social and economical changes". In: Proc. of 7th Internat. Conf. On Urban Storm Drainage, Vol III, pp 1413–1418.

Petrás, J., Marusic, J. (1997): "Hydrologic determination of retardation basins as elements of Zagreb city flood protection system". In: Proc. Internat. World Water Congress, Montreal 1997, Vol I, pp 183–185.

Purgalis, M. (1998): "The city of Riga – where it is what it is, what it wants to be". Stencil.

Rajca, P. (1998): "Metody Inwentaryzacji i Rekonstrukcji Sieci Kanalizacyjnej" In Polish (Methods of inventory and reconstruction of wastewater networks). Częstochowa University, Master of Sciences Diploma work pp.80.

Somlyódy, L., Shanahan, P. (1998): "Municipal Wastewater Treatment in Central and Eastern Europe. Present Situation and Cost-Effective Development Strategies". The World Bank publication, ISBN 0-8213-4085-9

Stehlik J, Dulovitz, D. (1995): "Szennyvíztelepek Intenzifikálásának Kérdése" (Om Dagvatten i Ungern). Stencil, på Ungerska.

Stehlik, J. (1998): "Sewerage of Budapest 1847–1986" Manuskript, VITUKI utgåva, stencil.

Sumisławski, W. (1997): "Średnioterminowy program inwestycyjny MPWiK we Wrocławiu na lata 1997–2003". In: *Ochrona Środowiska* No. 4 (67).

Tomic, B., Gustafsson, L., G. (1996): "Urban drainage environmental impact legislation policies – new perspective through the application of innovative analyses methodologies". In: Proc. of 7th Internat. Conf. On Urban Storm Drainage, Hannover, Vol III, pp1401–1412.

Zawilski, M., Kujawa, I., Zalewski, M. (1998): "Stormwater management and rehabilitation of channelized river in Lodz". Proceedigs, Novatech Conf., Lyon, France, Vol1. pp. 241–247.

Zieba, L. (1995): "Uwarunkowania jakosci wody do picia", (Dependencies in Drinking Water Quality) In Polish. In: Ochrona Srodowiska No 3(58) pp. 3–14.

Nemeth, M. (1998). "The Programm of Regional Planning in Water Management in Hungary". Proc. International Conference on European River Development, VITUKI, Budapest 16–18 April 1998, Budapest, pp 99–105.

Olsen, P., Widell, A. (1991): Nutrients Loads on the Water Surrounding Sweden. SNV rapport No 3618.

Samlyody, L. (1993): "Quo Vadis Water Quality Management in Central and Eastern Europe?". IIASA Working Paper WP-93-68.

Urcikan, P., Rusnak, D., Sokac, M., Stanko, S., Sztruhar, D.(1993). In: Proc. Sixth Urban Storm Drainage Conference, Niagara Falls, Canada, Vol II pp 1561–1566.

Vycius, J. (1997): "Water Resources Management in Lithuania". In: Proc. Int. World Water Congress, Conf. Water Resources Outlook for the 21yh Century – Conflicts and Opportunities. Edition: Shady, A., M., Kassem, A., Delise, C., A., Bouchard, M., A., Collection Environment, No 9., Montreal University Volume II, pp 883–886.

WHO (1994): "Directives de qualite pour l'eau de boisson". Volume 1. Recommendations. Deuxieme edition. Organisation Mondiale de la Sante, Geneve.

Zawilski, M. (1996): Technological modelling of detention-sedimentation tanks for stormwater treatment". Proc. 7th Urban Storm Drainage Conf., Hannover, Germany.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se