

SCIENCA REVUO de  
Internacia Scienca  
Asocio Esperantista  
BEOGRAD, Jugoslavio

El Vol. 27  
n-ro 5/6(121/122)  
30.12.1976.

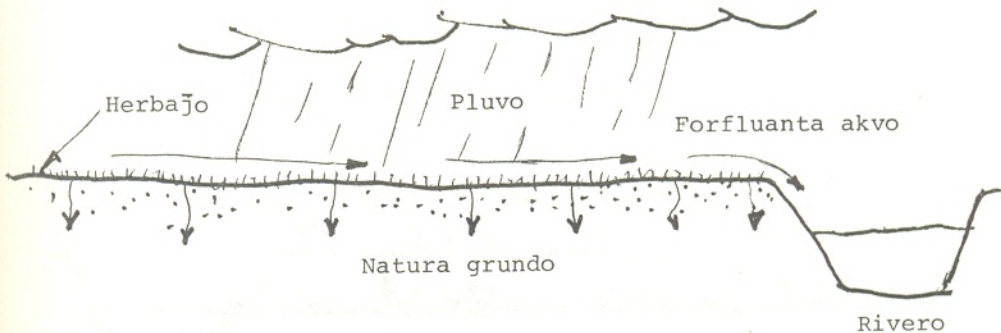
## LA MIKSFLU-KLOAKA PROBLEMO KAJ ĜIA SOLVO PER REZERVUJA SISTEMO<sup>+</sup>)

(R.KENT JONES, ĈIKAGO, USONO)

### LA EVOLUO DE LA PROBLEMO

Ĉiuj grandaj urboj staras tie, kie estis kamparo en la pratempe. Figuro 1. ilustras la tiaman situacion, laŭ la vidpunkto de drenado. Dum pluva vetero, akvo penetris la grundon, kaj nur parto forfluis en la riveron. La riverakvo estis pura, kaj la akvonivelo altiĝis malmulte post pluvoŝtormoj.

Kiam la homoj alvenis, ili kutime ekloĝis apud iu akvofonto, kiel rivero. Baldaŭ la loĝantoj kovris la grundon per

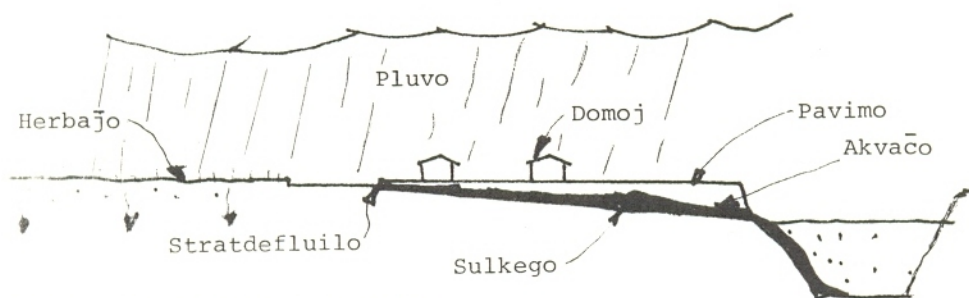


FIGURO 1 - Natura Drenado

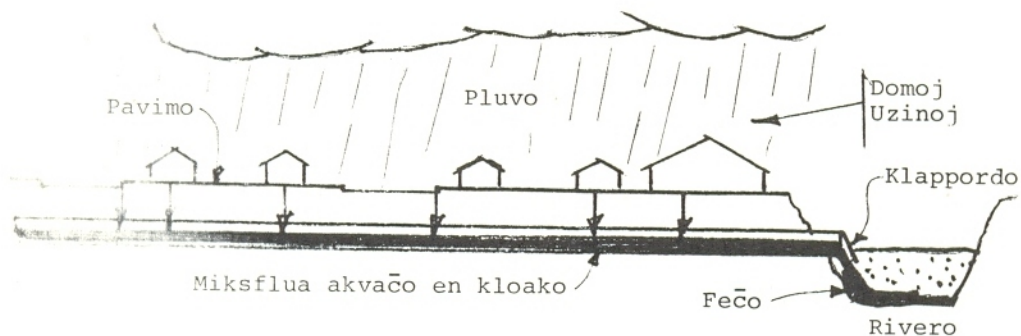
<sup>+</sup>) Prelego preparita por la Kongreso de la Kanada Esperanto-Asocio, (Toronto, Kanado, 2. Julio 1976.)

pavimo kaj domoj, kaj la pluvakvo ne plu povis eniri la grundon. Fig. 2. montras la komenca aranĝon de la domoj kaj stratoj, rilate la riveron. La stratdefluiloj kondukis malpuran akvon al la sulkegoj, kiuj laŭvice liveris ĝin al la rivero.

Tempo pasis. Pli kaj pli da loĝantoj pavimis pli kaj pli da grundo. Tio ne nur sendis pli da akvo allarivero, sed faris tion multe pli rapide. La sulkegsistemo iĝis neŭtila por ti la akvaĉon en necesaj longaj distancoj tra la urbo. Tial necesis konstrui grandajn drentubojn sub la stratoj. Fig. 3. montras kiel oni metis la fekaĵon el la domoj kaj la strat-akvon en la saman kloakon, kie ili kunmiksiĝis. Jen la estiĝo de la nomo "miksflua kloako". Ĝi estas kloako kiu portas miksaĵon de ŝtormdevena stratakvo kaj sanitara, eldoma akvaĉo.

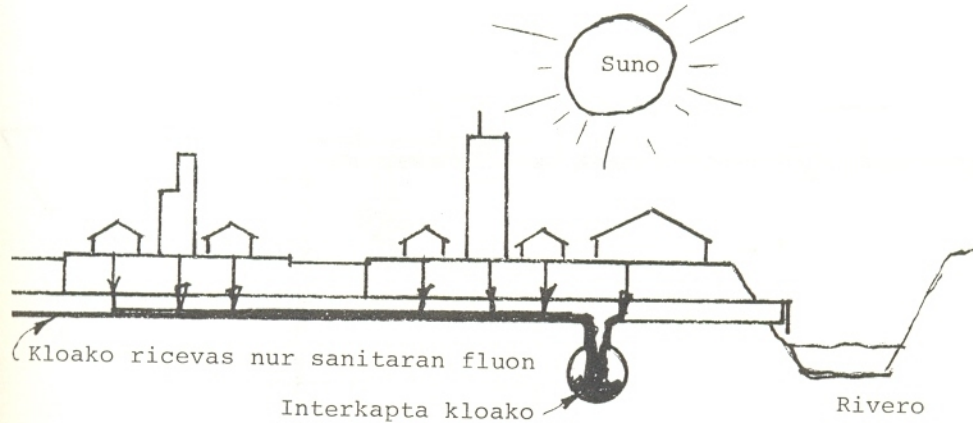


FIGURO 2 - La Unuaj Loĝantoj



FIGURO 3 - Drenado de la Kreskanta Urbo

La pligrandigitaj fluoj de pluraj urboj laŭ la rivero produktis du malbonajn efikojn. Unue, la rivero iĝis malbona fonto por trinkakvo. Due, la pluvvetera nivelo de la rivero iĝis tiel alta ke estis malfacile por la akvaĉo forflui el la domoj. Foje, eĉ okazis ke akvaĉo en la kloakoj leviĝis tra la dreniloj, kaj inundis la subteretaĝojn de la apudriveraj domoj.



FIGURO 4 - Konstruado de Interkaptaj Kloakoj

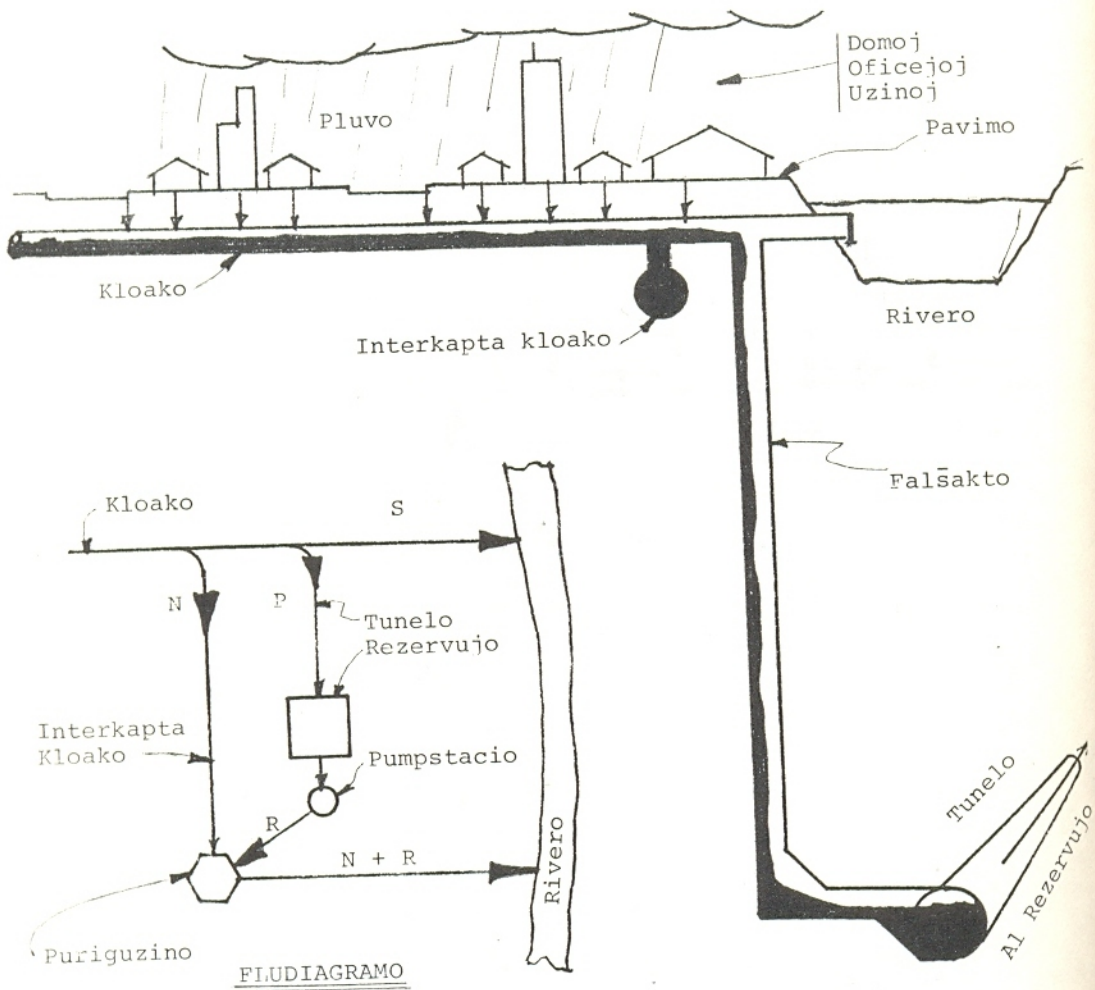
Por helpi elimini malpuraĵon oni decidis kapti kiel eble plej multe da kloakaĵo inter la domaro kaj la rivero. Oni konstruis interkaptan kloakon kiu ricevas la akvaĉon kaj kondukas ĝin al la purigejo. Fig. 4. montras la aranĝon.

Dum nepluva vetero la sistemo bone funkcias. La akvaĉo el la domaro falas en la interkaptan kloakon, kaj baldaŭ alvenas ĉe la puriguzino. Tie la traktprocezoj - kiel sedimentigo kaj biologia malkomponado - elprenas pli ol 90 % de la malpuraĵo. Post tio, la purigita akvo elverŝiĝas en la riveron.

Sed dum pluva vetero la sistemo fuŝas. La flukvanto iĝas - ni diru - 200-oble pli granda ol la sekvetera, eldoma fluo. Kiam ŝtormo komenciĝas, la kloakreto tuj pleniĝas, ĉar nur parteto de la grandega fluo povas eniri la puriguzinon. Tiam

la miksaĵo de fekaĵo kaj stratbalaĵo superfluas la kloakreton, kaj grave polucias la riveron.

Tia malpurigado ekzistas ĝis certa grado en preskaŭ ĉiuj apudriveraj urbegoj de la mondo.



Notoj:

- N = Normala Fluo
- P = Fluo je Pluvoŝtormo
- S = Fluo je Supera Pluvoŝtormo
- R = Moderigita Fluo el Rezervujo

FIGURO 5 - Elementoj de Necesa Sistemo

## PRINCIPOJ DE LA SOLVO

La problemo daŭras, ĉar ne ekzistas iu ajn simpla solvo. Verŝajne, oni povus konstrui novan, apartan sistemon por la fekaĵhava fluo el la domoj kaj oficejoj. Sed tio ne estus praktika, pro la bezono elfosi ĉiujn stratojn en la plej koncentritaj, centraj partoj de la urboj. La kostoj estus grandegaj.

Plue, la stratakvo mem estas malpura. Ĝi portas, ekzemple, pecetojn de gumo de veturilaj radbendoj, fekaĵon de hundoj kaj birdoj, kaj eĉ venenajn kemiaĵojn. Tia akvo ne taŭgas eniri riverojn kiuj, malsuprenflue, servas kiel fontoj por la trinkakvo de aliaj urboj. Do, eĉ se oni sukcesus apartigi la sanitaran, eldoman fluon de la ŝtorma, estus vana peno. La ŝtormakvo mem malpurigus la riverojn.

La vera solvo postulas ke ni kaptu kaj purigu ĉiom da akvaĉo: kaj la eldoman, kaj la stratan. Tia sistemo devas akcepti la akvaĉon, konduki ĝin provizore al rezervujo, kaj post la ŝtormo - pumpi ĝin je konstanta rapido en la puriginstalaĵon. La grafikaĵo, Fig. 5, montras la necesan aranĝon.

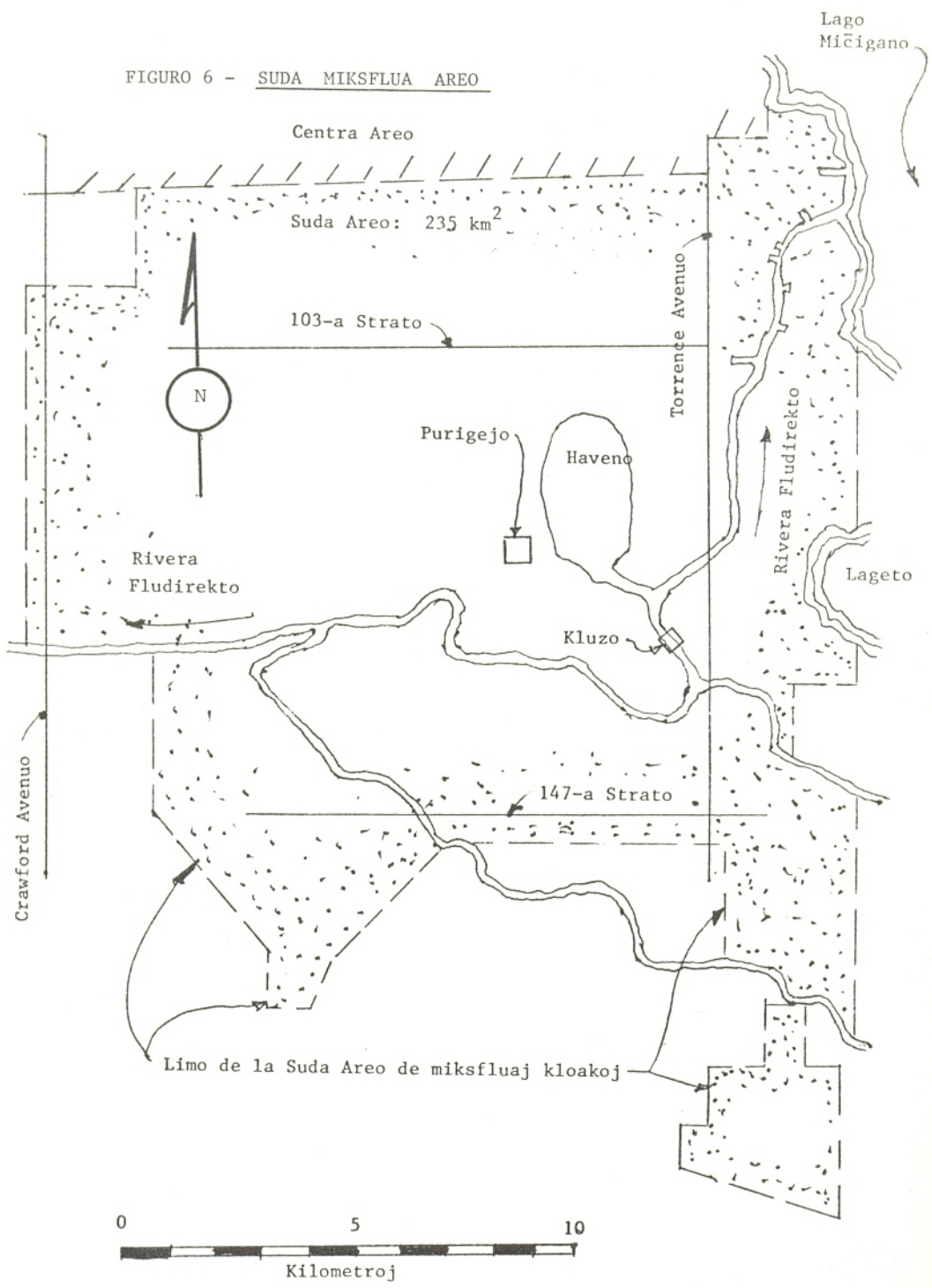
## EKZEMPLA SISTEMO

Ekzemplo de tia sistemo estas la Tunela kaj Rezervuja Sistemo, kiun oni komencas konstrui en Ĉikago. La kosto de la tuta projekto estos proks. 2 miliardoj da dolaroj, kaj la konstruperiodo estos pli ol 10 jaroj.

La suda parto de la sistemo funkcios sendepende de la aliaj partoj. Ni konsideru ĝin kiel ekzemplon de vera solvo de problemoj kaŭzitaĵ de miksfluaj kloakretoj.

Figuro 6. ilustras la sudan areon. En la 235 km<sup>2</sup> estas 79 elverŝejoj. La plej malbonaj estas tiuj en la nordorienta parto, ĉar ili metas malpuraĵon rekte en brakon de la trinkakva fonto, Lago Miĉigano. Proks. 100-foje ĉiujare la pluvo sufiĉas kaŭzi ĝeneralan elverŝadon.

FIGURO 6 - SUDA MIKSFLUA AREO



## PLANAJ KONSIDEROJ

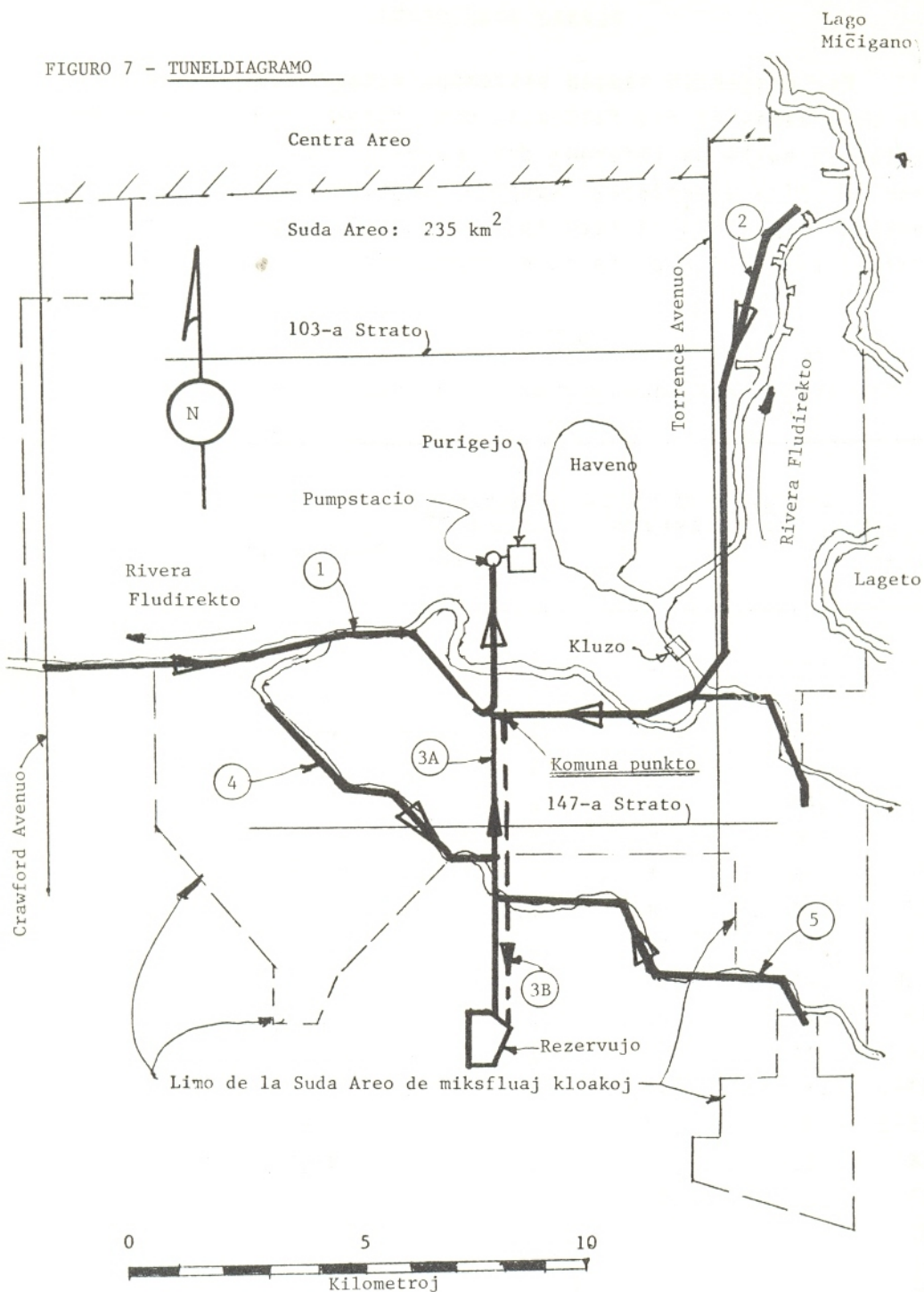
Por projekcii taugan sistemon, estas necese komputi kiom da akvo venas al ĉiu falŝakto, dum grandaj ŝtormoj. Tial oni kolektis multe da informoj pri la aretoj kiuj kontribuas akvon al ĉiuj elversejoj. Komputerprogramo akceptis la informojn kaj donis la rezultojn. Tabelo 1. estas la ĉefaj informoj por la ŝaktoj de Tunelbranĉo N-ro 1.

TABELO 1

Drenareoj, kun karakterizaĵoj kaj kalkulitaj flukvantoj

Enfluejo N-ro	Drenareo (ha)	Nepenetra Faktoro	Koncernaj Pluvgaŭĝoj (N-roj)	FLUKVANTOJ ( $m^3/s$ )	
				Sekvetera	Dum 1957-a ŝtormo
2	585	.17	1,7	.6	25.0
4	712	1.0	1	.6	2.7
5	111	.30	1	Negl.	5.5
6	269	.30	1	.1	14.2
7	340	.38	1	.1	17.3
8	306	.35	1	.1	19.0
9	146	.36	1,7	Negl.	7.4
10	2280	.44	1,7	.5	52.5
11	596	.52	1,7	.1	33.4
12	1065	.57	1,7	.2	36.7
13	1570	.42	1,7	.9	59.3
14	92	.25	1	Negl.	7.0
15-1	407	.27	1	.1	17.2
15-2	57	.27	1	Negl.	1.5
16	63	.25	1	Negl.	4.4
17	180	.37	1	.1	8.5
25	138	.38	1	.1	8.5

FIGURO 7 - TUNELDIAGRAMO





Tiuj flukvantoj estas la bazo por la aranĝo de la falŝaktoj kaj tuneloj. Oni planas kolekti la fluojn de la elverŝejoj ĉe konvenaj lokoj, kaj meti ŝaktojn tie. Fig. 7. estas diagramo de la planitaj tuneloj.

La diametro de ŝaktoj dependas de la koncerna flukvanto. Fig. 8. montras ekzemplan falŝakton kiu povas akcepti fluon de 8-17 m<sup>3</sup>/s.

En la tuneloj, la akvorapido devas esti inter 1 kaj 10 m/s. Se malpli rapida ol 1 m/s, estas ebleco ke sedimentiĝo de la solidaĵoj okazos. Tio povus iom post iom plenigi la tunelon, kaj sekve malhelpi la fluon. Se pli granda ol 10 m/s, estas danĝero ke la solidaĵoj en la akvaĉo difektus la tunelmurojn per erodado. La flurapidon oni kalkulas per la ekvacio de Manning:

$$v = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n}$$

en kiu

v = la rapido, en m/s.

r = la hidraŭlika radiuso, en m. (=D/4 en plena tunelo)

s = la tunelklineco, m/m.

n = indico de la malglateco de la tunelo.

La profundeco de la tunelo estas grava decido. Post granda pluvo, oni devas levi la akvaĉon al la tersurfaco per pumiloj. Por ŝpari elektron, la tunelo devas esti kiel eble plej malprofunda. Sed ankaŭ influas la decidon la bezono ke gravito povu sendi la akvon al la rezervujo. Plue, la konstrukosto estos minimuma se la tuneloj trairas fortan roktavolon, ĉar tio evitas la neceson interne tegi la tunelon per betono. Fig. 9. donas la profilojn por la ĉefaj tunelbranĉoj.

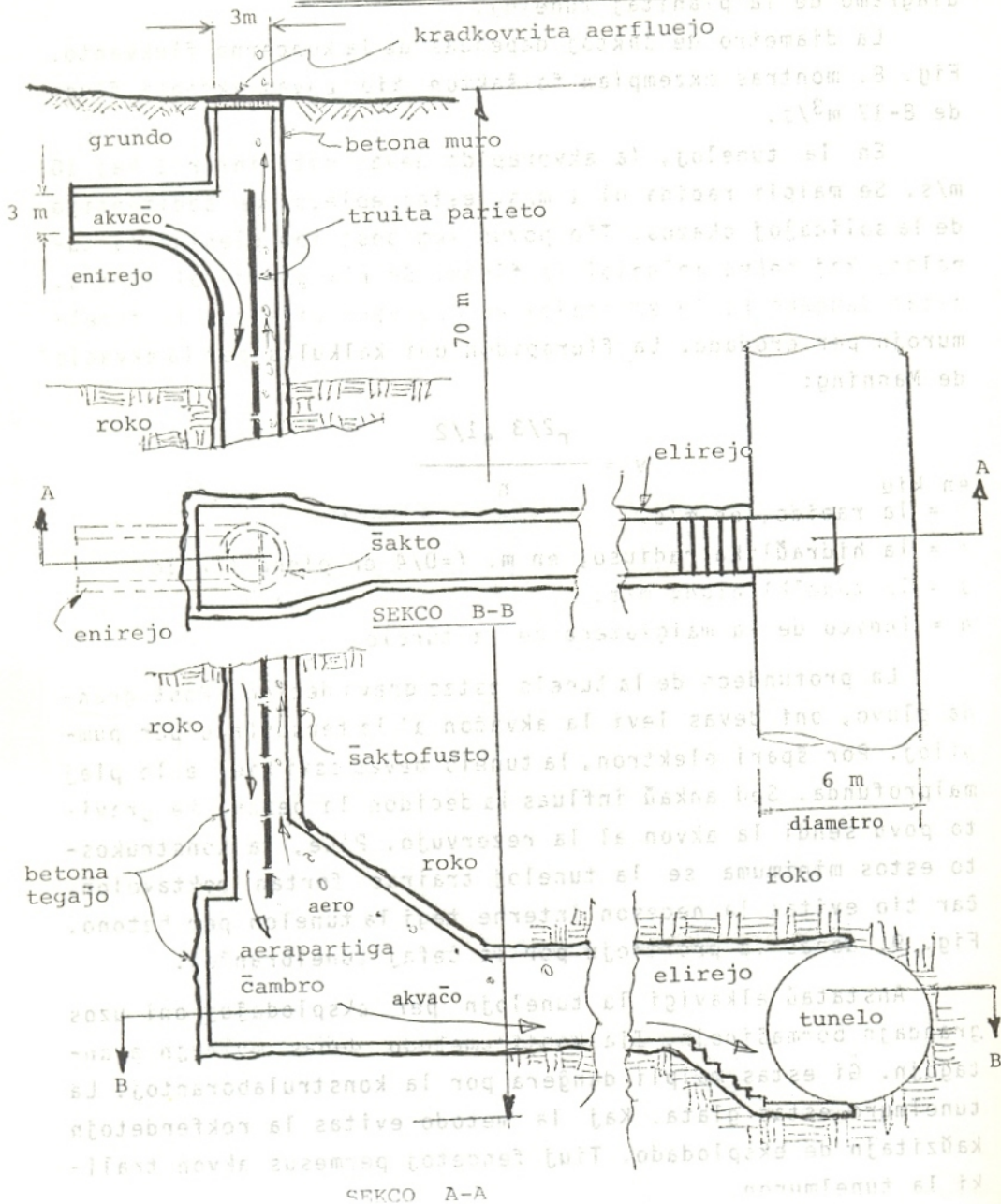
Anstataŭ elkavigi la tunelojn per eksplodaĵoj oni uzos grandajn bormaŝinojn. Tia konstrumetodo donas multajn avantaĝojn. Ĝi estas malpli danĝera por la konstrulaborantoj. La tunelmuro estas glata. Kaj la metodo evitas la rok fendetojn kaŭzigitajn de eksplodado. Tiuj fendetoj permesus akvon traliki la tunelmuron.

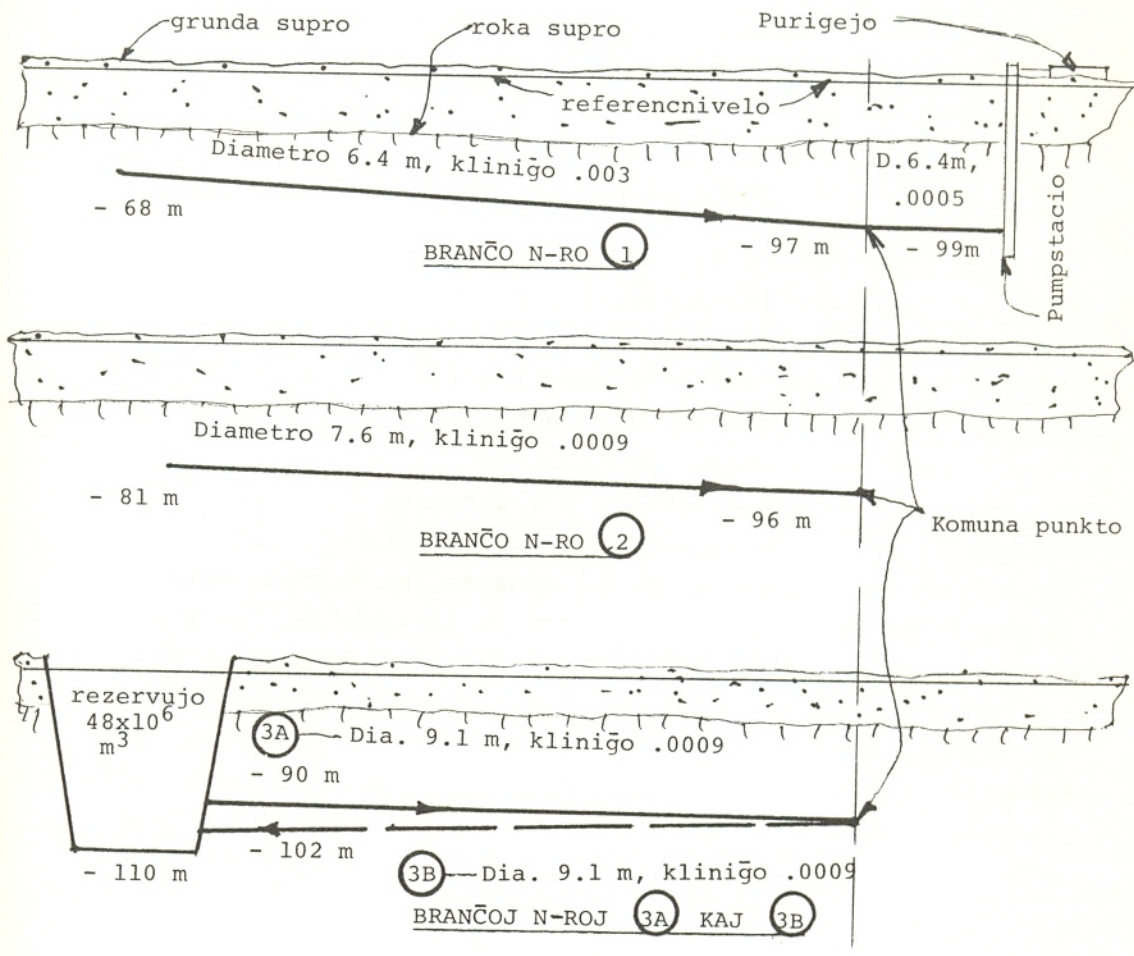
FIGURO 8 -

EKZEMPLA FALĜAKTO

por la

## TUNELA KAJ REZERVUJA SISTEMO





Notu: Oni regulos la akvaĉon tiel ke ĝi povos flui en la rezervujon nur post kiam la tuneloj estas plenaj. La tuta volumeno de la tuneloj estas 2,480,000 m<sup>3</sup>.

FIGURO 9 - PROFILDIAGRAMO DE LA ĈEFAJ TUNELBRANĈOJ

Figuro 10 montras ekzemplon de tia maŝino, uzebla en la dolomitroko sub Ĉikago. Elektraj motoroj provizas povon alla hidraŭlika sistemo, kaj ankaŭ rekte alla tranĉilkapo. Fiksosistemo, uzanta flankajn apogilojn, tenas la korpon senmove dum la kapo puŝas kontraŭ la roko. La tranĉilkapo havas 43 harditajn diskojn.

### FUNKCIADO DE LA SISTEMO

Dum seka vetero, la sanitara akvaĉo fluos - kiel nun - alla purigejo tra la interkaptaj kloakoj. Kiam pluvo komencaĝas, la stratakvo plenigas la kloakojn, kaj falos en la tunelojn. Ĉe la pumpstacio, la pumpiloj levos la akvaĉon alla enfluejo de la puriguzino. Se la pluvo baldaŭ ĉesas, la pumpstacio rapide malplenigos la tunelojn.

Sed, se la pluvo daŭras, oni permesos la akvaĉon flui tra Branĉo 3B en la rezervujon. Post la ŝtormo, oni fluigos la akvaĉon tra Branĉo 3A alla pumpstacio. Notinde estas ke la rezervujo egaligas la fluon tra la puriguzino. Tio permesos pli facilan-eble aŭtomatan-regadon de la traktprocezoj.

Grava zorgo ĉe la rezervujo estas odoro. Se akvaĉo staras senmove pli ol 3 tagojn, la oksigeno en la akvaĉo iĝas foruzita, kaj malbona odoro povas estiĝi. Por eviti tion, oni planas instali flosantan ekipaĵon kiu miksos aeron kun la akvaĉo.

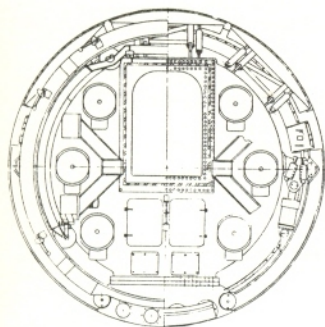
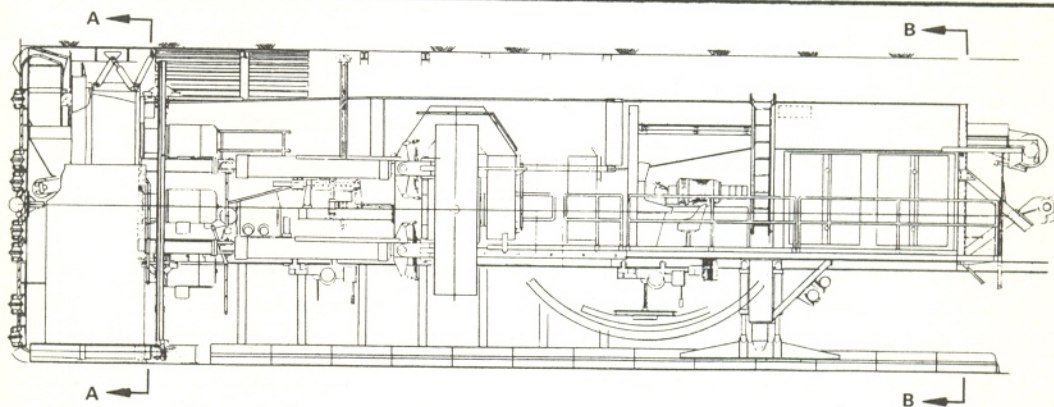
### KONKLUDO

La miksfloaj kloakoj de malnovaj urbegoj ĉirkaŭ la mondo estas gravaj fontoj de akvopoluciado. Nova rimedo estas aldoni rezervujon sufiĉe profundan ke la akvaĉo povas alveni per gravito. Tian sistemon oni komencas konstrui en Ĉikago, kvankam la kosto estas alta. Eble aliaj urboj sekvos tian ekzemplon en la estonteco.

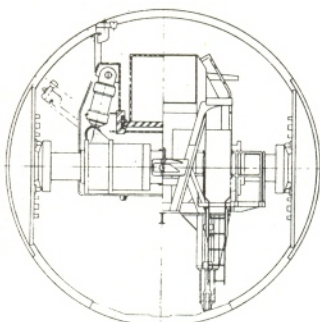
MODELO 201-158

Ĉi tiu tunelmaŝino povas elfosi proksimume 1 metron da tunelo tra solida roko en 1 horo. La laborciklo konsistas el 2 partoj:

1. FOSADO: La tranĉilkapo puŝas forte kontraŭ la roko, kaj rotacias. La roko rompiĝas en pecetojn, kiujn la maŝino bend-transportas malantaŭen al ĉaretoj. Post proks. 1 m da progreso (=etendo de la "kolo"), oni ĉesigas la fosadon.
2. RE-LOKIGO: Ŝi movas la korpon de la tunelmaŝino antaŭen proks. 1 m sur la reloj, kaj premfiksas la flankapogilojn kontraŭ la tunelmuro. Nun la maŝino pretas fosi.



SEKCO A-A



SEKCO B-B

SPECIFIOJ:

Speco:	Rotacia Rokbo-
Diametro:	6.14 m rilo
Ĉevalpovo:	810
Puŝo:	5,700,000 N
Pezo:	280,000 kg
Tranĉiloj:	43 diskoj

FIGURO 10 TUNELMAŜINO