

**Cestovná správa zo zahraničného odborného zájazdu
do Nórska, Švédska a Dánska v dňoch 22.6. – 1.7.2001**

Cieľ ZOZ : Návšteva vodných diel a vodárenských zariadení navštevovaných škandinávskych krajín a reprezentácia slovenských vodohospodárov na Európskom sympóziu ICOLD v Geirangeri.

Účastníci ZOZ : Reprezentanti vodohospodárskych podnikov - podľa priloženého zoznamu.

Dopravný prostriedok : zájazdový autobus.

Financovanie cesty (doprava a ubytovanie): Združenie podnikov vo vodnom hospodárstve.

A. Časový priebeh ZOZ :

22.6.2001 – PI	
16.00	Zraz účastníkov na parkovisku pod hradom v Bratislave.
16.46-17.40	Cesta autobusom Bratislava – Kúty, prechod štátnej hranice 18.20.
18.20	Odchod z Kútov smer Brno, Praha, Drážďany, Berlín
23.6.2001 – SO	
8.00	Príchod do Rostocku (DE).
10.00-12.30	Prechod trajektom z Rostocku do Gedseru (DK).
13.00-14.25	Cesta autobusom Gedser – Kodaň – Helsingor.
14.40-15.05	Prechod trajektom z Helsingoru do Helsingborgu (SE).
15.35-16.15	Cesta autobusom Helsingborg – Angelsholm, ubyt.v hoteli Erikslund.
24.6.2001 – NE	
8.00-10.15	Cesta autobusom Angelsholm – Göteborg (prehliadka mesta).
12.00-19.00	Cesta autobusom Göteborg – Lillehammer (hranica SE/NO 15.00)
19.00-20.30	Prehliadka olympijských štadiónov a mostíkov.
20.40	Ubytovanie v Björns Kro & Motell.
25.6.2001 – PO	
7.30-12.30	Cesta autobusom Lillehammer – Otta – Lom – Grotli – Geiranger.
12.30-12.45	Registrácia slovenských delegátov na európskej konferencii ICOLD.
12.45-15.00	Cesta autobusom Geiranger – Eidsdal (omylom Norddal a návrat).
15.00-15.15	Prechod trajektom cez Tafjord z Eidsdal do Linge.
15.15-18.45	Cesta autob. Linge – Vallidal – (Trollvegen) – Andalsnes – Alesund.
18.45-19.30	Prehliadka mesta-prístavu Alesund.
19.30-21.00	Cesta autobusom Alesund – Sjøholt – Stordal – Liabygda – Linge.
21.15-21.30	Prechod trajektom cez Tafjord z Linge do Eidsdal.
21.30-22.15	Cesta autobusom Eidsdal – Geiranger (pristúpenie účastníkov konf.).
22.30-23.30	Cesta autobusom Geiranger – Grotli, ubytovanie v Hoyfjellshotel.
26.6.2001 – UT	
8.30- 9.30	Cesta autobusom Grotli – Geiranger.
9.40-10.30	Cesta autobusom Geiranger – Eidsdal.
10.35-10.50	Prechod trajektom cez Tafjord z Eidsdal do Linge.
10.50-11.50	Cesta autobusom Linge – Tafjord (kontakt Tafjord Energi)
12.00-14.00	Cesta autobusom Tafjord – Zakarias Dam (prehliadka) – Taford.
14.00-14.50	Prehliadka múzea hydroenergetiky – vodnej elektrárne „K I“.
14.50-15.15	Cesta autobusom Tafjord – Linge.
15.15-15.30	Prechod trajektom cez Tafjord z Linge do Eidsdal.
15.30-16.20	Cesta autobusom Eidsdal – Geiranger (pristúpenie účastníkov konf.).
16.50-19.20	Cesta autobusom Geiranger – Grotli – Lom – Randsverk – Hindseter (ubytovanie v národnom parku Jotunheimen).

27.6.2001 – ST	
7.30-10.15	Cesta autobusom Hindsetter – Fagernes – Gol (kontakt OEP).
10.45-11.45	Výklad v Oslo Energi Produksjon o Halingdalskej sústave VE.
11.45-14.30	Cesta autobusom cez Hol na priehradu Stolsvatn, prehliadka.
14.30-15.55	Cesta autobusom Stolsvatn – Hol.
16.00-16.30	Prehliadka dreveného kostola (stavkirkje) z roku 1200.
16.30-16.45	Cesta autobusom Hol – Gol.
16.45-17.00	Prehliadka podzemnej vodnej elektrárne Hemsil II.
17.10	Ubytovanie v hoteli Eidsgard.
28.6.2001 – ŠT	
7.30-10.15	Cesta autobusom Gol – Oslo.
10.15-10.40	Cesta autobusom pomocou navigačného taxíka na úpravňu vody Skullerud – kontakt na Oslo Vann.
12.00-14.10	Prehliadka podzemnej úpravne vody Skullerud.
14.10-14.30	Cesta autobusom do hotela Munch, ubytovanie.
16.00-19.40	Prechádzka Oslom so sl. Čunderlíkovou.
29.6.2001 – PI	
7.30-11.20	Cesta autobusom Oslo – Trolhättan (SE), kontakt Swedpower.
11.30-13.00	Výklad o energetike Švédska a systéme VE na Göta Alv.
13.00-14.00	Prehliadka vodnej elektrárne Olidan.
14.00-15.00	Výklad o plavebnom systéme Trolhättan, prehliadka plaveb. múzea.
15.00-15.30	Prehliadka plavebných komôr Trolhättan.
15.30-19.20	Cesta autobusom Trolhättan – Göteborg – Angelholm, ubyt.Erikslund
30.6.2001 – SO	
7.40- 8.15	Cesta autobusom Angelholm – Helsingborg.
8.15- 8.30	Prechod trajektom z Helsingborgu (SE) do Helsingoru (DK).
8.30- 9.00	Cesta autobusom Helsingor – Kodaň.
9.00-10.00	Prehliadka Kodane autobusom.
10.00-13.30	Prechádzka centrom Kodane.
13.30-15.00	Cesta autobusom Kodaň – Gedser.
17.00-19.30	Prechod trajektom z Gedseru (DK) do Rostocku (DE).
19.50	Odchod z Rostocku, smer Berlín – Drážďany – Praha.
1.7.2001 – NE	
7.20-8.05	Zastávka Devět křížů
10.15	Príchod do Bratislavy na parkovisko pod hradom.

B. Odborný program zájazdu

Podľa programu sa pripravovala návšteva a prehliadka týchto vodohospodárskych diel:

1. Sústava vodných diel v Tafjorde (NO) – Tafjord Energi
2. Sústava vodných diel v Halingsdale (NO) – Oslo Energi Produksjon
3. Sústava vodných diel na rieke Göta Alv (SE) – Swed Power
4. Úpravňa vody Skullerud v Oslo (NO) – Oslo Vann
5. Čistiareň odpadových vôd Bekkelaget v Oslo (NO)
6. Čistiareň odpadových vôd Damhusaen v Kodani (DK)

Odbornou časťou podujatia bola aj reprezentácia Slovenska na Európskom sympóziu ICOLD v Geirangeri (NO).

Čistiareň odpadových vôd Damhusaen v Kodani nám ponúkla realizovanie prehliadky v ktorýkoľvek pracovný deň, ale kategoricky odmietla prehliadku cez dni pracovného pokoja. Vzhľadom na časový program exkurzie sme cez Kodaň prechádzali v sobotu – a to cestou tam aj nazad, takže prehliadku zariadenia, z ktorého sme mali k dispozícii aj technické podklady sme nemohli realizovať.

V čistiarni odpadových vôd Bekkelaget v Oslo bola prehliadka dohodnutá, aj technické podklady boli k dispozícii, ale zhodou okolností sa v posledný júnový týždeň celý podnik sťahoval do novej administratívnej budovy, tak nám oznámili, že návšteva ich zariadenia v tomto týždni sa nemôže uskutočniť.

B.1 Sústava vodných diel v Tafjorde (NO) – Tafjord Energi

Využitie energie povodia Tafjordu sa plánovalo už pred Prvou svetovou vojnou. Najstaršia vodná elektrárňa (VE) „K1“ (využívajúca spodný úsek juhozápadnej časti povodia) bola uvedená do prevádzky v roku 1923, s odberom z nádrže Onilsa. V roku 1953 nasledovala VE K2 s odberom z nádrže Kaldhusaeter a v roku 1958 VE „K3“ so vzájomne prepojenými nádržami Sledsdal, Fagerbotn a Fet, pričom na zachytenie odtoku z topiacich sa snehov slúžia tri ďalšie nádrže horná a dolná Via a Kolbein.

Severovýchodná časť povodia sa začala využívať pomocou priehrady Zakarias a VE „K4“ pracujúcej so spádom asi 400 m priamo do fjordu a do hladiny nádrže Zakarias pracuje VE „K5“ (so spádom až asi 800 m), ktorá je napájaná alternatívne z nádrže Smette (nad ktorou sú dve záchytné nádrže Veltdal), alebo z nádrže Brusebotn (nad ktorou sú tri záchytné nádrže Gron a dve Viks). Nádrže Smette a Brusebotn majú asi 100-metrový rozdiel hladín, takže VE „K5“ pracuje podľa miesta odberu s rôznym spádom. Prívodné štôlne z týchto nádrží sú prepojené, s možnosťou alternatívneho odberu. Na nasledujúcom obrázku 1 je schéma elektrární povodia Tafjord – čierne plochy sú nádrže (vatn), hrubé čiary tunely, kolečká znázorňujú VE, krátke zakrivené hrubé čiary sú priehrady, ostatné rieky a jazerá sú znázornené tenkými čiarami.

Celý systém piatich VE vyrába ročne asi 1000 GWh elektrickej energie, čo reprezentuje asi 1 % celkovej produkcie elektrickej energie Nórska, z ktorej vyše 99 %-ný podiel reprezentujú vodné elektrárne.

Samotná štíhla klenbová priehrada Zakarias s dvojitém zakrivením má nasledujúce parametre :

- | | | |
|---|---------|----------------------|
| • Maximálna výška nad základom / dĺžka v korune | 94 /120 | m |
| • Objem betónu | | 20000 m ³ |
| • Váha ocelevej výstuže | 1000 | t |
| • Celkový objem nádrže | 70 | hm ³ |
| • Kolísanie hladiny využívaného objemu | 75 | m |
| • Roky výstavby | | 1967 – 1969. |

Zo vzdušnej strany je na vzdušnej strane protimrazová stena s revíznymi chodbami každých 5 metrov.

Registrované priesaky sú veľmi nízke, menej ako 10 l/min. Deformácie sa merajú každý rok pri vysokej a nízkej hladine, zatiaľ nebol registrovaný žiaden pohyb. Okrem určitých zmršťovacích trhlín na vertikálnych injektovaných stykoch medzi blokmi, je len málo ďalších trhlín, ani tieto nevyžadujú opravu.

Návrhová povodeň sa zvýšila po uvedení priehrady do prevádzky, ale bezpečnosť je postačujúca. Pripady prevedú 1000-ročnú povodeň, ale maximálna mysliteľná povodeň by preliala zábradlie koruny o 0,7 m. Priehrada dostala v roku 1976 cenu za vynikajúce použitie betónu, projektantom bola fa Groner AS Oslo.

B.2 Sústava vodných diel Halingdal (NO) – Oslo Energi Produksjon

Spoločnosť Oslo Energi (predchodca OEP) bola založená v roku 1892 a prvú vodnú elektrárňu Maridalen (Hammeron) bola uvedená do prevádzky v roku 1900. V roku 1954 odkúpila práva na využitie rieky Aurland od spoločnosti, ktorá ich vlastnila dlhšiu dobu, ale neuspela v ich využití. Po využití rieky Halingdal v roku 1967 sa v roku 1969 začala výstavba hydroenergetického diela Aurland I, ktorá trvala až 20 rokov. Medzitým v očiach 1975 a 1976 začala výstavba diel Aurland III a Vangen, ktoré sa uviedli do prevádzky 1979 a 1980.

Systém sa skompletoval v roku 1983 uvedením do prevádzky diel Aurland II a Reppa. Celkový objem nádrží je 823 hm³, dĺžka vybudovaných tunelov 41,6 km, inštalovaný výkon 5 VE je 1121 MW, priemerná ročná výroba 2869 GWh.

Spoločnosť OEP bola založená v roku 1996. 80 % vlastní Oslo Energi Holding a 20 % štátna spoločnosť Stratkraft. V súčasnosti je treťou najväčšou elektrárenskou spoločnosťou Nórska. Vlastní a prevádzkuje 27 VE v južnom Nórsku s výrobou 7,5 TWh. Najvýznamnejšie VE sú v Aurlande a Halingdale, pričom najväčšia je VE Aurland I.

Sústava vodných elektrární Halingdal má na rieke Hol tri VE:

- Hol I (nádrže Stolsvatn – 1091, Olsenvatn-Mjavatn – 1091, Bergsjo – 1081, Rodungen – 1022 m n.m.)
- Hol II
- Hol III
- Na druhej strane fjordu je Usta (nádrže Slofjord-Ustevatn – 985, Radungen – 957,5 m n.m.)

Na rieke Hemsil a prítokoch je 5 VE:

- Gjuva (nádrž Vavatn 1124,3 m n.m.)
- Brekefoss
- Hemsil I (nádrže Gyrimos-Flaevatn – 1108,5 m n.m.)
- Hemsil II
- Ness (pod sútokom)

Hlavné parametre uvedených VE sú nasledovné :

Param./Názov	Gjuva	Brekkefoss	Nes	Hemsil I	Hemsil II	Hol I	Hol II	Hol III	Usta
Povodie km ²	40	218	2420	225	896	725	902	939	539
Roč.odtok hm ³	34		2188	250	707	790	955	986	662
Objem n. hm ³	34		1347	205	239	870	0,7	0,9	476
Dĺžka tunel. km	1,5	0,5	31,6	15	15	17,3/4,5	0,07	3,75	22,1
Spád m	410	38	285	540	370	308/408	48	98	540
Inšt.výkon MW	10	1,6	250	70	82	90/100	26	60	180
Poč.jedn. ks	1	1	1	1	1	2/2	1	2	2
Pr.roč.výr.GWh	32	9	1300	284	518	712	95	228	780
Výstavba roky	1956-7	1957	1962-7	1957-60	1957-60	1940-56	1953-7	1953-8	1962-5

V nádrži Stolsvatn nie je žiaden odberný objekt – slúži len na zachytávanie vody z topiacich sa snehov a na vyrovnávanie odtoku, ktorý vypúšťa cez dnové výpuste do toku. Podobne pracuje zrejme aj ďalšie záchytné nádrže. Odberný objekt je z nižšej nádrže – čím sa stráca spád asi 50 m.

Prevádzka klenbičkovej priehrady je dosť nákladná. Pôvodne sa plánoval väčší počet šikmých klenbičiek (23), ale realizovalo sa len 13 väčších – zvislých. Klenbičky sa po určitej dobe prevádzky museli spevňovať injektážou, v súčasnosti sa odkrýva základ opôr, aby sa overila kvalita styku s podloží, prípadne aby sa urobili potrebné opatrenia. V roku 2005 sa plánuje výstavba novej (náhradnej) priehrady v nižšom profile – o jej type ešte nebolo rozhodnuté, ale pravdepodobne pôjde o rockfillovú, menej náročnú na údržbu.

17 kilometrová príjazdová cesta je jednoprádová, s mimoriadne úzkym mostom, cez ktorý ledva prešiel náš autobus. V súčasnosti sa klčoval pás stromov vyrastajúcich v jej tesnej blízkosti a prečisťoval sa horný rigol.

B.3 Sústava vodných diel na rieke Göta Älv (SE) – Swed Power

Následne po realizovaní plavebnej cesty obchádzajúcej vodopády a peraje rieky Göta Älv, vytekajúcej z jazera Vannen, sa realizovalo aj využitie významnej energie tejto rieky.

Jazero Vänern s plochou 5500 km², je najväčším jazerom Švédska a jedným z najväčších aj v celej Európe. Má objem 9500 mil.m³ a jeho regulovaný povodňový prietok je 1030 m³.s⁻¹. Rieka Göta Älv vytekajúca z jazera má priemerný prietok 540 m³.s⁻¹,

minimálny $170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na dĺžke 92,6 km má spád 44,3 m, ktorý energeticky využívajú štyri vodné elektrárne:

VE VARGÖN (1934). Má dve staršie Kaplanove turbíny (priemer 8 m, v dobe inštalácie najväčšie na svete), s kapacitou $350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pri spáde 4-5 m a s výkonom po 13 MW. Tretia - horizontálna turbína s obtekaným generátorom má hĺtnosť $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a výkon 11 MW. Ročná výroba je spolu 158 GWh.

VE OLIDAN (1921) má 13 Francisových horizontálnych turbín o výkone 8,8-13,2 MW (vo svojej dobe najväčšie na svete) – spolu 125 MW, pri celkovej hĺtnosti $480 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a spáde 31-32 m. Prívod má dĺžku 1300 m. Novinkou bolo diaľkové ovládanie. Frekvencia bola 25 Hz, neskôr bola zmenená na 50 Hz. V dobe exkurzie pracovala s výkonom 70 MW, lebo súbežne pracuje na rovnakom spáde aj modernejšia VE Hojum.

VE HOJUM (1942) je podzemná, s dvoma Kaplanovými turbínami s hĺtnosťou po $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a výkonom 50 MW, pri spáde 31-32 m. Tretia turbína má hĺtnosť $270 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a výkon 72 MW – spolu 172 MW a 1215 GWh/r.

VE LILA EDET (1926 a 1982) má inštalovanú prvú veľkú Kaplanovu turbínu a dve Lavaczekove turbíny boli neskôr nahradené propelerovými. V roku 1982 bola vybudovaná podzemná VE s horizontálnou turbínou a s obtekaným generátorom – výkon 15 MW pri hĺtnosti $280 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a spáde 6,8 m. Celkový výkon je 36 MW, výroba 220 GWh/r.

Rieka Göta Älv slúžila plavbe už od 1064, kedy cez ňu prešlo 60 vojnových lodí nórskeho kráľa Haraldha Hardrade. Vodopády v Lilla Edet a Trollhättan boli však prekážkou, cez ktorú museli byť lode prenášané.

Kanál Trollhätte spojuje jazero Vänern cez rieku Göta Älv s morom. Prvé plavebné komory boli vybudované v roku 1800 pre lode 140 t. V roku 1840 boli vybudované nové plavebné komory a dnešné boli vybudované v roku 1916. Dnes – po prehĺbení jazera a kanála v roku 1974 – prechádzajú kanálom aj moderné nákladné lode o výtlačku 4000 t (13,4 x 89 m), s ponorom 13,4 m. Plavba je zabezpečená celoročne. Všetky tri systémy komôr existujú vedľa seba, ale v prevádzke je len posledný

Kanál má celkovú dĺžku 82 km, z toho 10 km je umelý, zvyšok vodnej cesty prechádza riekou. Spolu je 6 plavebných komôr – jedna (6 m) v Lilla Edet, štyri v Trollhätte (4x8 m) a posledná v Brinkebergskulle (6 m). Napriek ich veku, najnovšie plavebné komory sú moderné, plnené dnom, ich objem je 8000-12000 m^3 . Hĺbka kanála je 6,3 m, prah komôr 5,7 m.

B.4 Úpravňa vody Skullerud v Oslo (NO) – Oslo Vann

Jedným z hlavných zdrojov vody pre Oslo je jazero Elvaga, z ktorého sa odoberá surová voda zabezpečovaná vo viacerých zberných nádržiach. Kvalita povrchovej vody je relatívne dobrá (obsah Ca 3 mg/l), takže úprava pozostáva najmä z odstraňovania zákalu (farba 20-35), zvyšovania pH z hodnoty 6,3 na 8,0 a dezinfekcia chlórovaním. Koagulácia sa robí alumíniom sulfátom, karbonizovaným vápnom a CO_2 . V úpravni sú tri stredné filtre, filtruje sa kremičitým pieskom a dvoma vrstvami umelohmotných (menších a hrubších) guľôčiek. Ďalšie tri mikro-sitá sú v zálohe, pre prípad poruchy filtrov. Zatiaľ sa však ešte prípad nutnosti ich použitia nevyskytol. Schéma úpravne je na obrázku 2, na nasledujúcej strane.

Kapacita úpravne je 500 – 2300 l/sek, resp. 60000 m^3 /deň, ale bežne sa dodáva 35000 m^3 /deň, čo reprezentuje 13 % spotreby pitnej vody Osla.

Úpravňa vody patrí municipalite Osla. Cena vodného a stočného je cca 20 NOK/ m^3 , z čoho vodné predstavuje menej ako polovicu. Cena je vykalkulovaná na úrovni úplných vlastných nákladov, bez zisku, lebo podnik je neziskovou organizáciou. Zaujímavé je, že obyvatelia si môžu voľiť spôsob platenia za vodu. Buď je to za odobratý objem vody, ktorý sa meria (rovnako, ako u nás), alebo podľa podlahovej plochy bytu, pričom za byt veľkosti 100 m^2 , čo je zrejme priemerný štandard, sa platí ročne 1880 NOK, čo predstavuje asi 0,75 % priemerného robotníckeho zárobku, ktorý je asi 240000 NOK/rok, resp. 20000 NOK/mes. Chudobnejšie rodiny s menším bytom, ale viacerými obyvateľmi uprednostnia platiť podľa

plochy bytu a ich odber sa nemeria. Bohatší obyvatelia, s väčším bytom zas uprednostnia odber merať a platiť podľa skutočnej spotreby.

B.5 Čistiareň odpadových vôd Bekkelaget v Oslo (NO)

Pôvodne sme plánovali v Oslo navštíviť aj ČOV Bekkelaget typu Purac. Situovaná je blízko centra, v prístavnej časti, v blízkosti obytnej zóny. Zhodou okolností sa firma sťahuje do novej budovy práve v 26. týždni, takže nemohli prijať návštevníkov.

ČOV pre Oslo je projektovaná na 350000 ekv. obyvateľov, na priemerný prietok $1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (120 mil.l/d). Jej dodávka stála 460 mil.NOK. Stará ČOV sa odstránila. Nová ČOV (okrem administratívnych budov tiež umiestnená v podzemí) obsahuje tieto stupne:

- Predčistenie pozostáva z kontroly príetoku, čerpania, zachytávania nečistot, piesku a mastnoty. Prívod má kapacitu $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, do 50 % sa prítok vedie cez čistiareň, vyššie prietoky sa prepúšťajú. Prietoky do $1,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ sa podrobia predsedimentácii pred biologickým čistením. Vyššie prietoky – do 3 sa predvložujú (pre-precipitation), redukuje sa fosfor a obídu biologické čistenie.
- Biologické čistenie sa vykonáva aktivovaným kalom so súčasným odstraňovaním organických látok, dusíku a fosforu. Čistenie prebieha v neprevzdušnenej a prevzdušnenej zóne. Objem je 77000 m^3 . Kal je v sedimentačných nádržiach a recirkuluje sa. Nádrže majú hĺbku 6 m a objem spolu 31000 m^3 . Pre ďalšie odstraňovanie dusíka sa uplatňuje dodatočná denitrifikácia v procese Kaldnes, pred konečnou filtráciou. Filtrácia prebieha v 16 filtroch s plochou 800 m^2 . Po filtrácii sa vypúšťa do Oslo-fjordu. ČOV zahrňuje aj kalové hospodárstvo.

B.6 Čistiareň odpadových vôd Damhusaen v Kodani (DK)

Čistiareň odpadových vôd Damhusaen v Kodani vznikla v roku 1930 a bola postupne zväčšovaná. Do roku 1996 bola len fyzikálnou (mechanickou) čistiareňou a od roku 1980 sa predčistené vody odvádzali do biologickej čistiarne Lynetten, odkiaľ sa vyčistená voda vypúšťala do Öresundu. V roku 1996 bola doplnená biologickým stupňom a odstraňovaním živín. Voda sa vypúšťa cez čerpaciu stanicu Sjaelandsbroen.

Čistiareň má zbernú plochu 47 km^2 s asi 226 tis. obyvateľmi. Nečistí priemyselné odpady. Max kapacita je $28000 \text{ m}^3/\text{hod}$. Čerpacou stanicou o kapacite $10000 \text{ m}^3/\text{hod}$ sa voda prevádza na biologický stupeň. Vypúšťanie vyčistenej vody je rúrou 1200 m dlhou s difúzérrom, zabezpečujúcim dobré premiešanie. Ak prítok počas dažďa prekročí $18000 \text{ m}^3/\text{hod}$, sa vypúšťa do dvoch búrkových nádrží. Schéma ČOV je na obrázku 4.

B.7 Európske sympóziu ICOLD v Geirangeri

Európske sympóziu ICOLD v Geirangeri začínalo v pondelok 25.6.2001 v odpoľudňajších hodinách úvodnou prednáškou G.Simsa: Optimalizovanie hodnoty priehrad v Európe.

Počas troch rokovacích poldní sa sympóziu zameralo na tri témy:

- A – Riadenie európskych povodí v budúcnosti
- B – Prevádzková bezpečnosť priehrad a iných vodohospod. objektov
- C – Nové trendy v rekonštrukcii priehrad

Prednášky najobsiahlejšej témy B začali v pondelok, po úvodnej prednáške p. Simsa a pokračovali v utorok, kedy bolo paralelné rokovanie tém B a C/A. V stredu dopoludnia bolo zasadanie Európskych pracovných skupín.

V rámci témy B boli podané a v zborníku uverejnené tri príspevky slovenských autorov:

- Abaffy st., Holčík, Abaffy ml.: Bezpečnosť vodohospodárskych diel a autonómny systém varovania a informovania v SR.
- Lukáč st., Abaffy, Lukáč ml.: Dohľad nad bezpečnosťou vodohospodárskych diel na Slovensku.

- Bednárová, Grambličková: Bezpečnosť ochranných hrádzí.

Prvý z uvedených príspevkov bol vybratý aj na ústnu prezentáciu, ktorú zabezpečili autori prítomní na rokovaní dňa 26.6.2001, kedy zodpovedali aj dotaz z pléna.

B.8 Informácie o energetike, priehradách a nádržiach v Nórsku

Nórsko má bohaté hydroenergetické zdroje – odhadnuté v priemere na 500 TWh/r (približne 50-násobok Slovenska). Z toho je ekonomicky využiteľných 150-170 TWh/r – v závislosti na cene náhradných zdrojov energie. Využitie je asi 100 TWh/r a zo zvyšku asi polovica je nevyužiteľná z ekologických dôvodov.

Vhodné hydro-energetické lokality bolo možné nájsť v blízkosti každého mesta, takže už pred rokom 1900 boli vybudované vodné elektrárne s výkonom od 50 do 800 kW a v roku 1930 malo už Nórsko 1400 vodných elektrární (VE) menších ako 10 MW. Neskôr, keď sa dopyt zvýšil, nebol problém zdroje kombinovať, takže veľkokapacitné zdroje – ako Sira-Kvina, a Ulla-Forre majú už viac ako po 2000 MW. Deficitnou oblasťou bolo okolie Osla, zatiaľ čo prebytkovou sú západné fjordy. Relatívne krátka vzdialenosť v západo-východnom smere nerobila problém v transmisii.

V dobe vynájdenia technológií pre výrobu elektriny (1880), Nórsko bolo chudobnou krajinou, spracovávajúcou najmä drevo, papier a surové železo a vyrábajúcou lode. V roku 1877 bola vybudovaná prvá vodná elektráreň v Lisleby. Vodnú energiu mal podľa zákona z roku 1887 právo využívať majiteľ priľahlých pozemkov. Neskôr sa práva na využitie energie predávali aj samostatne a boli predmetom špekulácie. Roky 1906-1920 boli rokmi prudkého rozvoja výstavby vodných elektrární. Za zásobovanie miest boli zodpovedné municipality, priemysel budoval svoje VE, ale štát si ponechával regulačnú úlohu a podporoval elektrifikáciu vidieka. Napriek určitej recesii, výstavba VE pokračovala aj v 20-tych rokoch. Z 1452 elektrární v roku 1029 bolo 1315 menších ako 1 MW. Po vojne, v roku 1946 bola výroba 11,6 TWh, oproti 9,5 TWh v roku 1939.

Spolu s výstavbou nových VE sa vyvíjal aj ich návrh. Asi do roku 1950 sa budovali za prírodným tunelom a vážovou vyrovnávacou komorou povrchové oceľové privádzače. V nasledujúcom desaťročí sa pristúpilo k výstavbe podzemných VE s podzemnými privádzačmi, so šachtovou vyrovnávacou komorou na konci skoro vodorovného úseku a šikmej (100 %) šachty privádzača s oceľovým plášťom. V 60-tych rokoch sa vynechávalo oceľové opláštenie privádzača. Od roku 1975 sa od odberného objektu viedla tlaková štôlna s jednotným (menším) sklonom a nad elektrárnou sa budovala uzavretá vyrovnávací komora so vzduchovým vankúšom.

Súbežne s viacerými stredno- a vysokospádovými schémami s podzemnými elektrárnami (Tokke – Vinje, Sira – Kvina, Tunnsjodal, Aurland, Ulla – Forre, Svartisen) sa budovali aj nízkošpádové: Hunderfossen na prítoku rieky Glomma, Braskereidfoss na Glomme severovýchodne od Oslo. V roku 1950 bola vybudovaná aj národná (štátom vlastnená) sieť prechádzajúca z Oslo až do najsevernejších častí Nórska. V 60-tych rokoch začala kooperácia aj so susednými štátmi (Švédsko – 220 kV), v roku 1972 bol napojený ZSSR (154 kV) a v roku 1976 bolo podmorským kábelom 250 kV (jednosmerným prúdom) napojené Dánsko. O rok neskôr bol položený aj druhý kábel, ktorým sa možnosť prenosu zvýšila na 500 MW. Od roku 1963 bol ustanovený spoločný energetický trh severských štátov – asociácia pod menom Nordel.

Druhou etapou hydroenergetickej výstavby bol už od 30-rokov stala modernizácia zastaralých zariadení. Nová technológia umožnila zvýšiť účinnosť výroby, v mnohých prípadoch sa dosiahlo aj zvýšenie inštalácie. Aby však rekonštrukcia bola ekonomicky efektívna sa často úplne menila aj schéma diela. Napríklad VE Oksla s podzemnou VE s jednou Francisovou turbínou a výkonom 206 MW nahradila staršiu VE Tysse 1, kde na spáde 415 m pracovalo 15 Peltonových turbín s celkovým výkonom 89 MW. Podobne sa prebudovala aj VE Dale, so spádom 370 m, kde sa namiesto 6 x Pelton (14 MW) inštalovali dve Francisove turbíny 110 a 50 MW. VE Morkfoss-Solbergfoss je zas príklad modernizácie nízkošpádovej VE na Glomme, kde sa namiesto 13 menších jednotiek pre spád 20 m

inštalovala jediná Kaplanova turbína rovnakej celkovej hĺtnosti, ale pôvodná elektrárňa zostala zachovaná a využívala prietoky prekračujúce kapacitu tejto novej VE, čím sa získalo asi 200 GWh energie navyše.

V roku 1990 dosiahla celková kapacita elektrární v Nórsku 26913 MW, z čoho 99 % tvorili VE a 1 % (270 MW) tepelná elektrárňa v zálohe. Výroba elektrickej energie činila 121,6 TWh, z čoho 102,8 TWh je zaručená výroba. Z celkovej spotreby energie 50 % tvorí energia elektrická, 37 % ropa, 8 % uhlie a 5 % je bioenergia z odpadov papierní a celulózk. Nórsko je od roku 1969 producentom ropy a plynu, ktorého v roku 1989 81,8, resp. 25,4 t, ale 80 % z toho sa exportovalo.

Najväčšie VE sú: Kvittdal 1240 MW, 2913 GWh/r,
Sima 1120 MW, 2812 GWh/r,
Tonstad 960 MW, 3666 GWh/r.

Najväčšie hydroenergetické systémy sú:

Ulla-Forre 5 VE 2040 MW, 4350 GWh/r,
Sira-Kvina 7 VE 1800 MW, 6000 GWh/r,
Tokke-Vinje 7 VE 974 MW, 4300 GWh/r,
Svartisen 6 VE 1200 MW, 3000 GWh/r,
Aurland 4 VE 1129 MW, 2440 GWh/r.

Nórsko má 200 priehrad vyšších, ako 15 m. Prvá bola betónová gravitačná priehrada Vrangfoss, výšky 35 m, vybudovaná v roku 1890. V roku 1916 sa začali budovať doskové (Ambursenove) priehrady – Fjergen – H=12 m. Medzi rokmi 1920 a 1950 pokračovala výstavba ľahkých priehrad – doskových a klenbičkových. V roku 1931 bola vybudovaná prvá klenbová priehrada Storlivatn, výšky 29 m. Odvtedy sa vybuďovalo 30 klenbových priehrad, z ktorých najvyššie sú Virdnejavrre (145 m), Forrevatn (96 m) a Zakariasvatn (90 m).

V súčasnosti prevláda rock-fillový typ priehrad so stredovým hlinítm tesnením. Prvá bola vybudovaná v roku 1956 – Strandevatn (40 m). Odvtedy sa ich vybuďovalo viac ako 100 – najvyššia je Oddatjorn (140 m) v komplexe Ulla-Forre, uvedená do prevádzky v roku 1986. Priehrada Storvatn má stredové asfaltové tesnenie.

B.9 Informácie o energetike Švédska

V rokoch 1996-1999 bola výroba a spotreba elektrickej energie vo Švédsku nasledujúca :

Údaj		1996	1997	1998	1999
Výroba elektrickej energie	TWh	136,5	145,5	153,9	150,5
Z toho: - vodná	TWh	51,1	68,2	73,5	70,4
- veterná	TWh	0,1	0,2	0,3	0,4
- nukleárna	TWh	71,4	66,9	70,5	70,2
- termálna	TWh	13,9	9,9	9,6	9,5
Straty v sieti	TWh	10,3	10,4	10,6	10,6
Výmeny so susedmi: - dovoz	TWh	15,9	10,3	6,1	8,5
- vývoz	TWh	-9,7	-13,0	-16,8	-16,1
Spotreba elektrickej energie	TWh	142,6	142,5	143,2	142,9

Výkonová bilancia švédskej energetiky je nasledujúca :

- Najvyššie zaťaženie (29.1.1999 medzi 8.00 a 9.00) 25800 MW
 - Inštalovaná (použiteľná) kapacita 30885 MW
 - z toho: - vodné elektrárne 16192 MW
 - veterné elektrárne 215 MW
 - nukleárne elektrárne 9452 MW
 - tepelné elektrárne 5026 MW
 - Maximálna kapacita vedení do/zo zahraničia 9040 MW
- Energetické výrobné vlastníci:

- Štát (Vattenfall AB) 48 %,
- Cudzie firmy 25 %,
- Municipality 20 %,
- Iní 7 %.

Najväčšia vodná elektráreň je Harspranget (Lule älv) – 940 MW. Nukleárne elektrárne sú štyri, najväčšia má výkon 3547 MW. Najväčšia tepelná elektráreň je Värtan v Stockholme (kombinácia uhlie, olej, plyn) o celkovom výkone 428 MW.

Najväčšia nádrž (po jazere Vänern) je Suorva na Lula älv – 6 mld.m³, ďalších 5 nádrží má objem 1-2 mld.m³, a 7 nádrží má objem vyše 0,5 mld.m³.

Podľa údajov z roku 1999 je spotreba jednotlivých štátov – celková a na jedného obyvateľa nasledujúca:

Štát	Spotreba TWh/r	Sp./obyv. kWh/o
Nórsko	114,4	25900
Island	5,5	22000
Kanada (1998)	516,1	17100
Švédsko	143,0	16200
Luxemburg	6300	14900
Fínsko	73,6	14300
USA (1998)	3242,5	12000
Austrália (1998)	176,8	9400
Japonsko (1998)	1046,4	8300
Nový Zéland ('98)	29,6	7800
Belgicko	78,4	7700

Štát	Spotreba TWh/r	Sp./obyv. kWh/o
Švajciarsko	53,8	7600
Francúzsko	414,9	7100
Rakúsko	54,2	6700
Dánsko	34,7	6600
Nemecko	505,9	6200
Holandsko	95,9	6200
Veľká Británia	354,9	6000
Írsko	18,9	5200
Taliano	278,1	4800
Španielsko	173,0	4400
Grácko	42,9	4100

C. Zhodnotenie prínosu ZOZ

Hlavným cieľom zahraničného odborného zázajdu bolo rozšírenie odbornej úrovne a rozhladu koncepčných pracovníkov vodohospodárskych podnikov a získanie možnosti konfrontovať svoje organizačné a manažérske skúsenosti s praxou vo vyspelom zahraničí. Tento cieľ bol zázajdom splnený – i keď sa z objektívnych príčin nemohli realizovať plánované návštevy dvoch ČOV, z ktorých sú k dispozícii len odborné podklady.

Určitá ťažkosť v zabezpečovaní odborného programu bola aj v tom, že sa exkurzia realizovala v období „Midsummer Day“, sviatku stredu leta, ktorý je významný najmä pre obyvateľov Škandinávie, ktorí sú v dôsledku svojej geografickej polohy postihnutí dlhou zimou s veľmi krátkymi dňami a snažia sa dni s extrémne dlhým slnečným svitom (cca 2.30 – 22.30) využiť na dovolenky a rekreáciu. Okrem toho v piatok – 29.6.2001 bol dokonca vo Švédsku sviatok, takže výklad o vodnej ceste Göta Älv nám neposkytli pracovníci múzea, ale pracovníci firmy Swedpower, ktorí obetovali svoje osobné voľno.

Skúsenosti a odborné poznatky získané na zázajde sú uvedené v predchádzajúcej časti tejto správy. Popri tom mohli účastníci spoznať aspoň kúštik z krásnej drsnej škandinávskej horskej prírody, popretínanej fjordami a zdobenej nespočetnými jazerami a horskými riavami a vodopádmi.

Po stránke kultúrnej bolo zážitkom aj spoznanie iného variantu nám blízkej drevenej architektúry, v severských krajinách obohatenej aj o trávnaté strechy starších domov, ktoré spolu s podloženými kusmi brezovej kôry nahrádzali dnešné izolačné materiály.

Mnohé časti severskej prírody sú chránenými územiami, čo sa dá v podmienkach relatívne riedko osídlenej Škandinávie ľahšie uskutočniť – veď vo Švédsku na 450 tis km² územia pripadá len 8,9 mil. obyvateľov, t.j. necelých 20 obyvateľov na km² a v Nórsku s 323 tis. km² územia žije len 4,2 mil. obyvateľov (13 obyvateľov/ km²). V porovnaní s našimi 117 obyvateľmi/ km² je to dosť veľký rozdiel. Napriek tomu, že prírody majú relatívny „dostatok“, rešpektujú jej záujmy tak, že do podzemia umiestňujú nielen vodné elektrárne, u ktorých je to odôvodnené aj ekonomicky, ale aj úpravňu vody pre Oslo, ktorá v podzemnom prevedení je

pravdepodobne svetovým unikátom. A to len preto, že územie pod jazerom Elvaga je chránené, ale turisticky využívané, so zákazom umiestnenia akýchkoľvek stavieb.

Pravda, množstvo podzemných stavieb, vrátane cestných tunelov je nielen dôsledkom ohromnej členitosti územia, kde sa na krátkom úseku striedajú 1500 m vysoké horské hrebene s fjordami a morskou hladinou zasahujúcou hlboko do vnútrozemia, ale aj geologickými podmienkami, ktoré umožňujú stavať tunely bez výdrevy a obmurovky. Ukazovateľom počtu m³ podzemných priestorov na obyvateľa sú škandinávske krajiny nesporne svetovými veľmocami prvej triedy.

V porovnaní s Nórskom a Švédskom je Dánsko horstvami a hydroenergetikou veľmi chudobné, omnoho menšie a svojimi 5,5 mil. obyvateľov aj značne hustejšie osídlené. Vyniká preto viac poľnohospodárskou výrobou. Ale aj v Nórsku sme stretali stáda oviec, kráv a dokonca aj sobov – ale remeslo pastiera tam už zaniklo. Domáce zvieratá sa v lete starajú o svoju obživu samy – zatiaľ čo ich gazdovia chystajú potravu na zimu. Rozsiahle ploty obmedzujú ich putovanie a rúrové rošty na cestách im zabráňujú uniknúť po komunikáciách. Pred zimou si ich majitelia pozbierajú – veď každé (vrátane sobov) majú na uchu svoju identifikáciu !

Kultúrno-poznávacie boli prechádzky mestami: Göteborg, Lillehammer, Alesund, Hol, Gol, Oslo a Kodaň. Účastníci boli vopred informovaní o hlavných etapách histórie troch navštívených krajín a o hlavných pamätihodnostiach ich hlavných miest (žiaľ, Štockholm bol už trochu mimo trasy nášho zájazdu). V Göteborgu bola vynikajúcou výhliadkou bašta (dnes vojenské múzeum), v Lillehammeri olympijske lyžiarske mostíky. V Hole aj Gole sú prekrásne drevené kostolíky (v Hole až z roku 1200) a hotely – Erikslund v Angelholme, Hoyfjellshotel v Grotli, Hindsetter v Jotunheimen, aj Eidsgard v Gole sú vzorovými ukážkami drevenej (väčšinou horskej) architektúry v kombinácii s múzeom.

V Göteborgu, Alesunde, Oslo a aj v Kodani je ústredným bodom mesta prístav, okolo ktorého sa historicky vytvorilo centrum mesta, ktorého najzaujímavejšie body sú (okrem Viegelund parku v Oslo) dostupné aj pešo.

Okrem načerpania poznatkov väčšiny účastníkov zájazdu z „novoobjavovaných krajín“, zájazd mal za cieľ aj zviditeľňovať Slovensko a najmä slovenské vodné hospodárstvo v zahraničí. Na tento účel slúžili jednak tri príspevky slovenských autorov na Európskom sympóziu ICOLD v Geirangeri, z ktorých jeden bol aj prednesený a predmetom diskusie, jednak materiály, ktoré boli na každej odbornej zastávke odovzdávané našim miestnym partnerom a sprievodcom, ktoré im poskytli prehľad o slovenskom vodnom hospodárstve, o historických vodných dielach Slovenska, o súčasnom stave vodného hospodárstva, ako aj o jednotlivých realizovaných významných vodných dielach – najmä o Vodnom diele Gabčíkovo, ako realizovanej časti Sústavy vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros.

Bratislava, 6. júla 2001.

Ing. Miroslav Liška CSc.