



Um ferskvatn til útflutnings

Freysteinn Sigurðsson, Guttormur Sigbjarnarson

Greinargerð FS-GS-88/02

UM FERSKVATN TIL ÚTFLUTNINGS.

1. Neysluvatnsrannsóknir Orkustofnunar.

Orkustofnun hefur frá upphafi sinnt rannsóknum vegna öflunar neysluvatns fyrir sveitarfélög og aðra aðila, þar á meðal ýmis fiskeldisfyrirtæki. Auk þess hefur Orkustofnun rannsakað sérstaklega nokkur vatnsmikil lindasvæði í byggð, auk rannsókna á grunnvatnssvæðum á hálendinu vegna vatnsaflsvirkjana. Einnig er unnið að svæðisbundnum rannsóknum vegna skilyrða fyrir fiskeldi víða um land.

Rannsóknir þessar hafa að mestu tengst vatnajarðfræði og vatnafræði, í samræmi við sérþekkingu Orkustofnunar á þessum sviðum vegna rannsókna á náttúrulegum orkulindum landsins. Vegna mögulegrar vatnsöflunar hefur oftast verið lagt mat á hentuga vatnsbólagerð og líkum á hættu á mengun eða öðrum óhreinindum. Efnagreiningar liggja fyrir frá flestum þessarra staða og skýrslur eða greinargerðir hafa verið teknar saman um marga þeirra.

Á meðfylgjandi korti (mynd 1) eru sýndir þeir helstu staðir og svæði, þar sem Orkustofnun hefur unnið að neysluvatnsrannsóknum. Yfirlitt má segja að vatn úr grunnvatni á þessum stöðum sé kalt, efnasnautt og laust við óhreinindi og gerla, ef vatnsból eru gerð á viðeigandi hátt. Gerð vatnsbola hjá vatnsveitum þéttbýlisstaða er sýnd á meðfylgjandi korti (mynd 2), samkvæmt upplýsingum frá arinu 1983. Nánari rannsókn þarf þó til öryggis í hverju einstöku tilviki, ef um útflutning á að vera að ræða.

2. Vatn til útflutnings.

Samband hefur verið haft við starfsmenn Orkustofnunar vegna möguleika á útflutningi á ferskvatni á nokkrum stöðum. Oftast hefur þar verið um óformlegar fyrirspurnir að ræða. Meðal staða, sem rætt hefur verið um, má nefna Reykjavík, Straumsvík, Þorlákshöfn, Sauðárkrók, Akureyri, Svalbarðseyri, Reyðarfjörð o.fl.

Kostir íslensks grunnvatns með tilliti til útflutnings eru einkum eftirtaldir: Stöðugt og öruggt rennsli, stöðugur hiti og efnainnihald, lítil eða hverfandi hættu á mengun og gruggi, lágur vatnshiti og mjög takmarkað gerla-, gróður- og dýralíf í vatninu. Lítið efnainnihald mætti e.t.v. einnig telja, en sá böggull fylgir því skammrifi, að "búffer"-eiginlegar vatnsins eru af skornum skammti gagnvart sýrustigi og öðrum efnafraðilegum breytum. Efnainnihald einstakra efna getur jafnvel í sumum tilfellum verið minna en æskilegt er talið í neysluvatni. Dæmi um algennt efnainnihald grunnvatns á nokkrum svæðum eru sýnd í meðfylgjandi töflu og korti (mynd 3).

Yfirborðsvatn (fallvötn, stöðuvötn) er svo gott sem undantekningarlaust óhæft til stöðugs útflutnings vegna grugg- og mengunarhættu frá flóðum, ífoki, umgangi búfjár og fuglabygðum. Hreinsun slíks vatns er mjög torveld og ekki vitað til með vissu, að hún hafi tekist nokkurs staðar á landinu svo að aldrei hafi brugðist.

3. Gæði vatns til útflutnings.

Heyrst hefur, að íslenskt vatn sé ekki að öllu leyti hentugt til neyslu og t.a.m. sé það allt að því óhæft til bruggunar vissra bjórgerða. Hins vegar er það talið einkar gott til snyrtingar og hvers konar hreinlætis, vegna þess hvað það er hreint og efnasnautt. Af sömu ástæðum er það talið ágætt í svala-, gos- og ávaxtadrykki. Starfsmönnum Orkustofnunar er ekki kunnugt um, að þessar umsagnir hafi verið staðfestar né að skipuleg könnun hafi verið gerð á þessum atriðum, en slíkt væri að sjálfsögðu nauðsyn, ef til stórfellds útflutnings á ferskvatni ætti að koma.

Enn þá hefur ekki verið unninn opinber staðall eða önnur viðmiðun um gæðakröfur til ferskvatns til útflutnings. Það er því ekki að svo stöddu hægt að gefa nákvæmt eða tæmandi yfirlit um gæði ferskvatns til útflutnings. Hins vegar liggur fyrir á Orkustofnun umfangsmikil og einstæð þekking á gæðum grunnvatns og

grunnvatnsaðstæðum víða um land, sem aflað hefur verið í tímans rás. Til þessa þekkingarforða má grípa, þegar fyrir liggur hvaða kröfur verða gerðar til útflutningsvatns.

4. Vatnstökustaðir.

Staðir þeir á landinu, sem starfsmenn Orkustofnunar hafa verið neðnir um upplýsingar um vegna vatnsútflutnings, eru sýndir á mynd 4. Staðir þeir, sem mest hefur verið rætt um í nágrenni Reykjavíkur, eru um margt svipaðir í vatnajarðfræðilegu tilliti: Vatnið kemur úr eða undan hraunum, sem runnið hafa eftir ísöld en sprungureinar beina vatni aukalega til þeirra.

Reykjavík - Heiðmörk: Vatn kemur úr hraunum á SV-NA sprungurein. Útrennsli sennilega 3 - 4 m³/s.

Straumsvík: Geysi mikið útrennsli úr hraunum í fjöruborði. Sennilega verulegt rennsli neðansjár. Útrennsli sennilega 5 - 15 m³/s.

Þorlákshöfn: Vatn rennur í hraunlagi í fremur þunnu ferskvatnslagi. Útrennsli sennilega nokkrir m³/s.

Norðan og austan lands eru aðstæður fjölbreytilegri.

Sauðárkrókur: Vatn kemur úr leku berglagi á mótum kvarters og tertíers bergs. Sjálfrennandi lindarennslí nokkrir l/s.

Akureyri: Vatn úr lindum í Hlíðarfjalli og úr borholum á Hörgáreyrum. Nokkrir tugir l/s á hvorum stað.

Svalbarðseyri: Lindir í Víkurskarði, sennilega í tengslum við sprungurein. Rennslí a.m.k. nokkrir l/s.

Reyðarfjörður: Vatni dælt úr eyrum við Njörvadalsá. Afköst nokkrir tugir l/s. Nágrenni við byggð og aðalþjóðveg.

English Summary.

Orkustofnun (National Energy Authority - NEA) has made investigations on freshwater for exploitation at numerous localities in the country (fig. 1), especially for municipalities and fish farms. Generally the fresh groundwater is cold, unpolluted and with low chemical contents if the extraction wells are properly constructed. Types of wells in townships and villages are shown on fig.2 for the year 1983, according to the available information. The main assets of the groundwater for export are the steady flow and the constant quality but the main drawback is probably the low chemical contents, resulting

in weak buffer-properties. Typical chemical contents of the fresh groundwater are shown in fig. 3.

Approaches, mostly informal, have been made to NEA concerning the export of freshwater from the localities mentioned below (see fig. 4): Reykjavík - Heiðmörk: Water issuing from postglacial lavafields, crossed by a SW-NE running fissure zone. Discharge 3 - 4 cu.m/s.

Straumsvík: Water issuing at sea level from postglacial lavafields. Discharge probably 5 -15 cu.m/s.

Þorlákshöfn: Water issuing from postglacial lavafields at the seacoast. Discharge probably some cu.m/s.

Sauðárkrókur: Springs from a permeable layer at the contact between Quaternary and Tertiary rocks. Discharge some l/s.

Akureyri: Springs in Hlíðarfjall and wells in river gravel on Hörgá - river. some tens of l/s on each place.

Svalbarðseyri: Springs in Víkurskarð, probably connected with a S-N fissure zone. Discharge at least some l/s.

Reyðarfjörður: Wells in river gravel. Discharge near to 20 l/s. Site close to settlement and main road.

Heimildarrit / References.

Árni Hjartarson 1982: Grunnvatn og lindir milli Akuryrar og Dalvíkur. Skýrsla Orkustofnunar / NEA-report OS 82010/VOD 08 B.

Freysteinn Sigurðsson 1976: Straumsvíkursvæði. Skýrsla um vatnsfræðilega forkönnun. Skýrsla Orkustofnunar/NEA-report OS - JKD 7603.

Freysteinn Sigurðsson 1986: Hydrogeology and Groundwater on the Reykjanes Peninsula. Jökull 36, 11 - 29.

Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnarson 1985: Groundwater resources in Iceland. Paper presented at the Nordic Hydrological Conference, Nyborg, 6. - 8. August 1984. Skýrsla Orkustofnunar / NEA-report OS 85038/VOD-=".

Freysteinn Sigurðsson og Sigbjörn Guðjónsson 1982: Kísilmálmverksmiðja við Reyðarfjörð. Forkönnun á vatnsöflun. Skýrsla Orkustofnunar / NEA-report OS 82060/VOD 031 B.

Guttormur Sigbjarnarson 1982: Selection of sites

for groundwater exploitation in SW-Iceland.
Skýrsla Orkustofnunar / NEA-report OS
82079/ VOD 23 B.

Hjálagðar skýrslur.

Vísað er til heimildaskrár hér að framan:

Freysteinn Sigurðsson 1986: Hydrogeology and
Groundwater....

Freysteinn Sigurðsson og Guttormur
Sigbjarnarson 1985: Groundwater Resources....

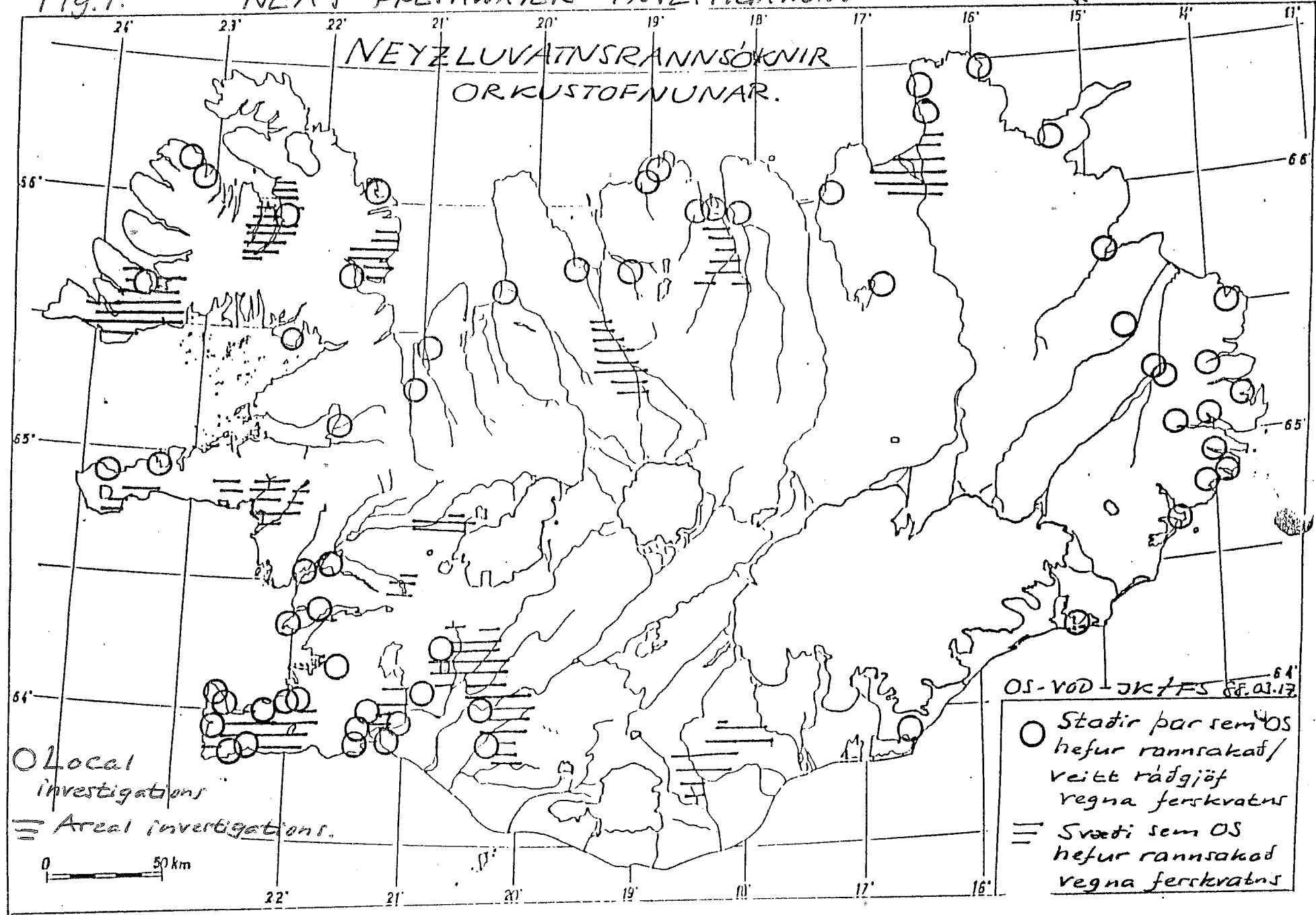
Guttormur Sigbjarnarson 1982: Selection of
sites....

Freysteinn Sigurðsson Guttormur Sigbjarnarson

Fig. 1.

NEA'S FRESHWATER INVESTIGATIONS

Mynd 1.



A second cause at these unsatisfactory conditions is to be seen in the historical development. With the rapid increase in the urban population in the 20th century, the quantitative demands for supplied water also increased. These demands were often met in the cheapest way possible and then equally often with the result that the quality of the water deteriorated as the quantity increased. In later years amendments of those conditions have been intensified with good results.

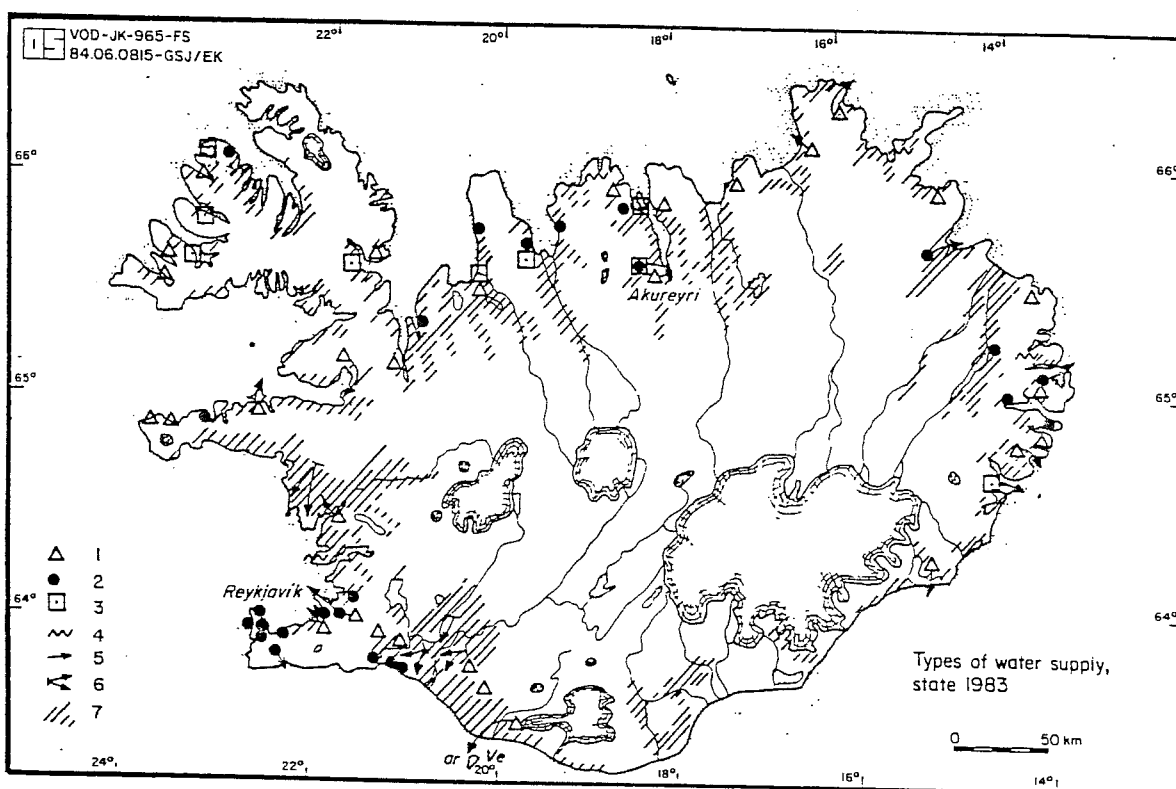


Fig. 6. Types of water supply, state 1983.

Explanations:

1. Natural springs.
2. Boreholes.
3. Dug wells in sediments.
4. Surface water.
5. Pipeline.
6. Rural waterworks.
7. Rural areas.

The type of wells for the waterworks is chiefly dictated by the hydrogeology (Fig. 6). In the Tertiary regions springs in rock-slides and boreholes in river gravels are the most common types. The springs are usually caught in dug, shallow wells, where great precautions are taken not to disturb the natural conditions unnecessarily. The boreholes in the loose sediments are usually drilled with a cable-tool drill, and have a diameter of 15-60 cm. The boreholes have a whole casing down to below the supposed water-level at maximal drawdown.

In some settlements with old waterworks and where it is difficult and expensive to obtain fresh water with other means, surface water has been used. It has nowhere been possible to obtain in that way clean and pure water all the year around, a fact that sometimes been concealed by the communal authorities in question. The chief reason is the tremendous amount of mud the surface waters carry with them in the not so infrequent thaw- and rain-floods.

Fig. 3.

The fresh groundwater in Iceland is low in chemical contents. According to a preliminary unpublished evaluation those contents have three chief sources:

1. Chemistry of the precipitation, mainly marine salts and some industrial smoke particles.
2. Reactions with soils and rocks, increasing the contents of silica and cations.
3. Influx of geothermal water, leading to an overall increase in chemical contents.

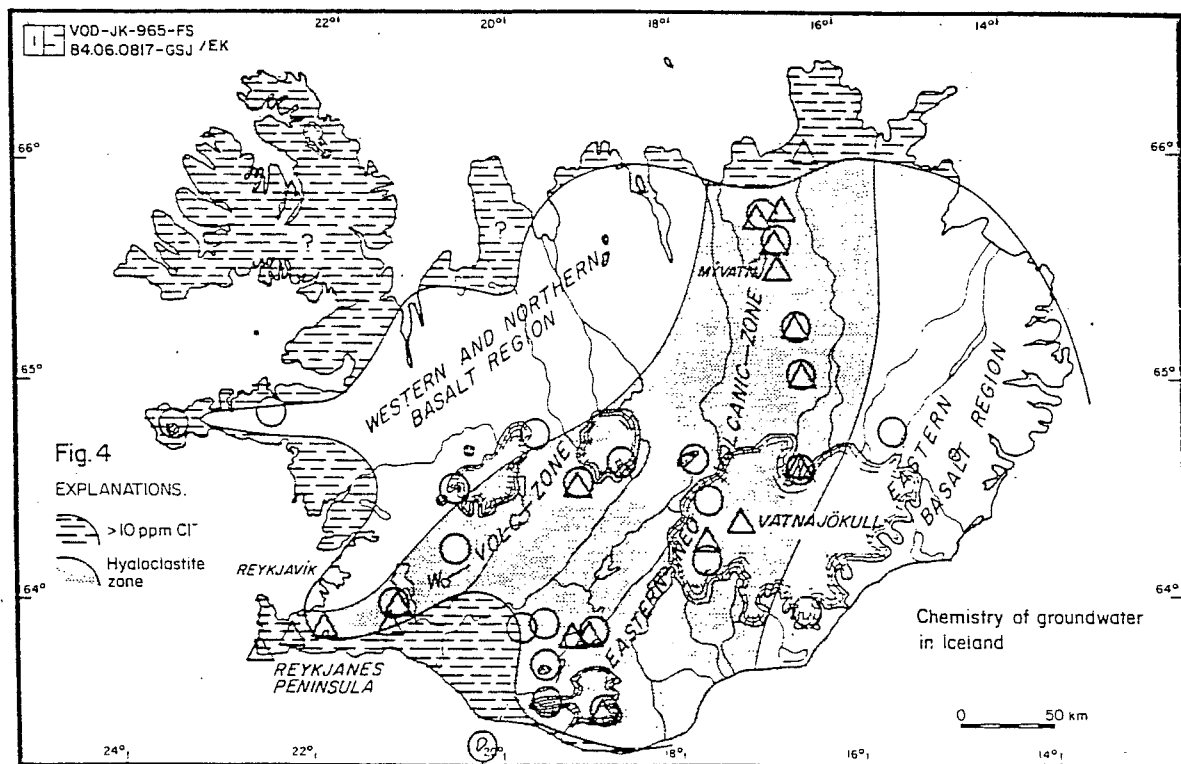


Fig. 4. Chemistry of groundwater in Iceland.

The marine component in the precipitation (Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-}) is strongest at the south and west coast (Fig. 4). The influence from geothermal fields is confined to the Neo-Volcanic Zones, where the increase in silica and cations is overall somewhat stronger, probably because of the freshness and high glass content of the rocks (e.g. hyaloclastites). The ranges for common values of concentrations in fresh groundwater in the inhabited parts of the country are given in Table 2.

TABLE 2

Chemical contents of groundwater

<u>Components</u>	<u>Range (in ppm)</u>
Cl ⁻	5 - 15
SO ₄ ²⁻	2 - 6
Na ⁺	3 - 15
K ⁺	0,2 - 1,0
Ca ²⁺	2 - 7
Mg ²⁺	1 - 5
SiO ₂	10 - 20
CO ₂	15 - 30
total dissolved	30 - 100

Higher values are found in coastal regions, in the vicinity of geothermal fields and in lowlands with extensive peat bogs (carbonate and earth-alkalis). Biologically the groundwater is almost always pure and as yet only very small areas have been polluted through human activities.

The chemistry of Icelandic groundwater has not yet been investigated thoroughly, but a preliminary review indicates, that it will be possible to distinguish between various groundwater basins with its aid. Similiar use can be made of natural isotopes (ÁRNASON 1976, SIGBJARNARSON et.al. 1976).

III Investigation Methods

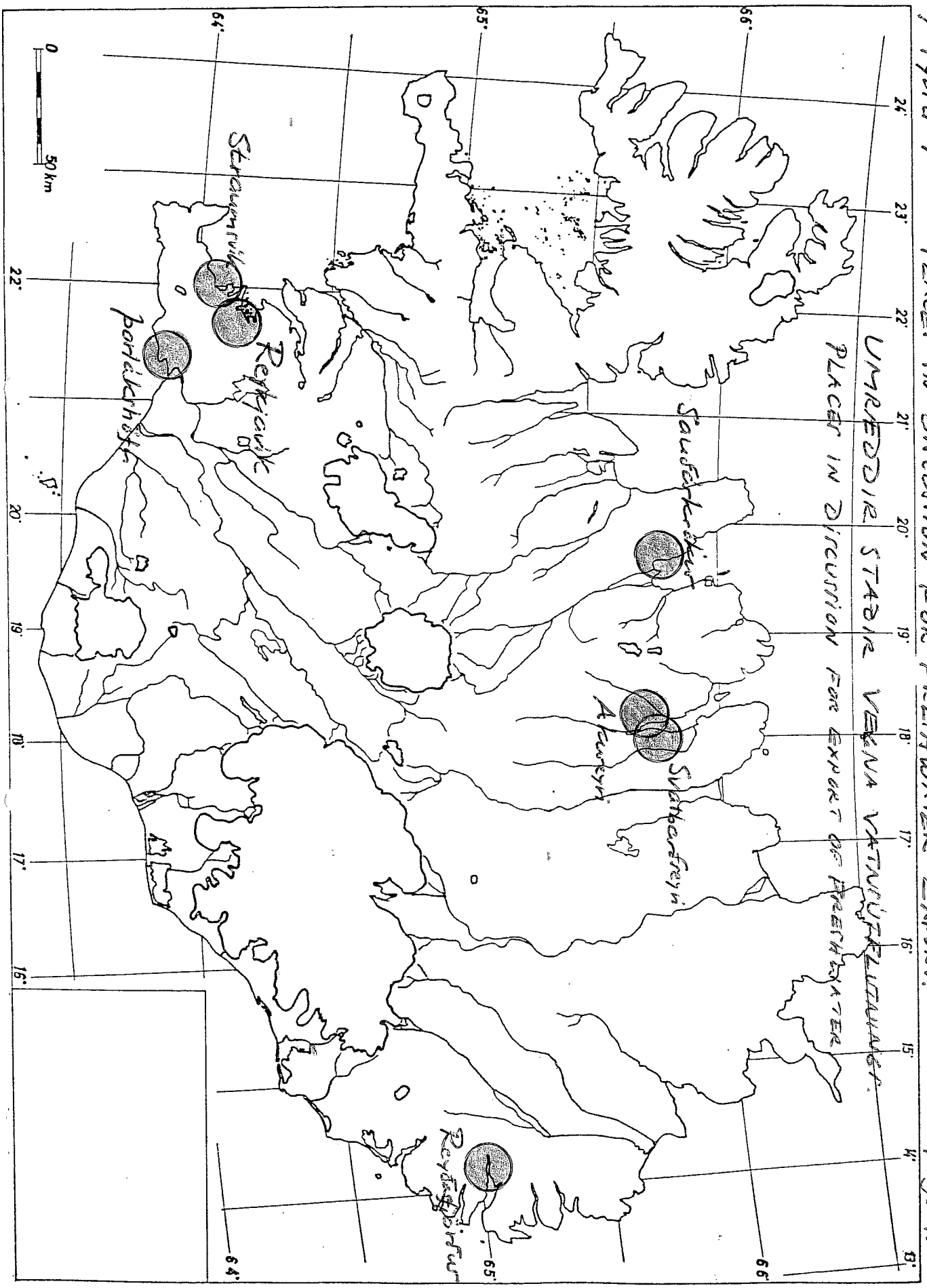
The relative vastness of the research areas in Iceland, in view of the sparse population, (240.000 inhabitants living on 100.000 sq. km whereof 80% is uninhabited), does in many cases not allow for more than simple investigation methods. For a long time a rough hydrogeological classification together with a surficial assessment of the groundwater hydrology was the prevalent method, and must still be resorted to in many cases to-day. In the course of time those methods have become more thorough and of a more quantitative nature. Later on groundwater chemistry and isotopes were added (ÁRNASON 1976). Combination of various surficial methods (hydrogeology, hydrology, chemistry, geophysics, hydraulics) have proved very successful in the last ten years (SIGURÐSSON 1976, SIGURÐSSON et. al 1978). Intensive surveys and modelling are still reserved for groundwater basins of high economic value (INGIMARSSON AND ELÍASSON 1980).

The evaluation of a water basin for exploitation for water works is carried on stepwise, when possible. A field reconnaissance, together with interpretations of existing geological, hydrological and meteorological data is usually the first step. When necessary more sophisticated surficial methods are added like thorough sampling for chemical analyses and borehole-loggings, geophysics and eventually some exploration drilling. The third step involves more drillings, draw-down tests and other pumping tests and eventually geohydrological modelling.

The requirements for an evaluation of the groundwater component of a river for hydro-power purposes are of a more regional nature. They include the measurements of springs (discharge, temperature, eventually chemical sampling) and other surface manifestations of the groundwater. Comprehensive hydrogeological mapping is also needed (in scale 1:50.000, begun some few years ago) and when necessary

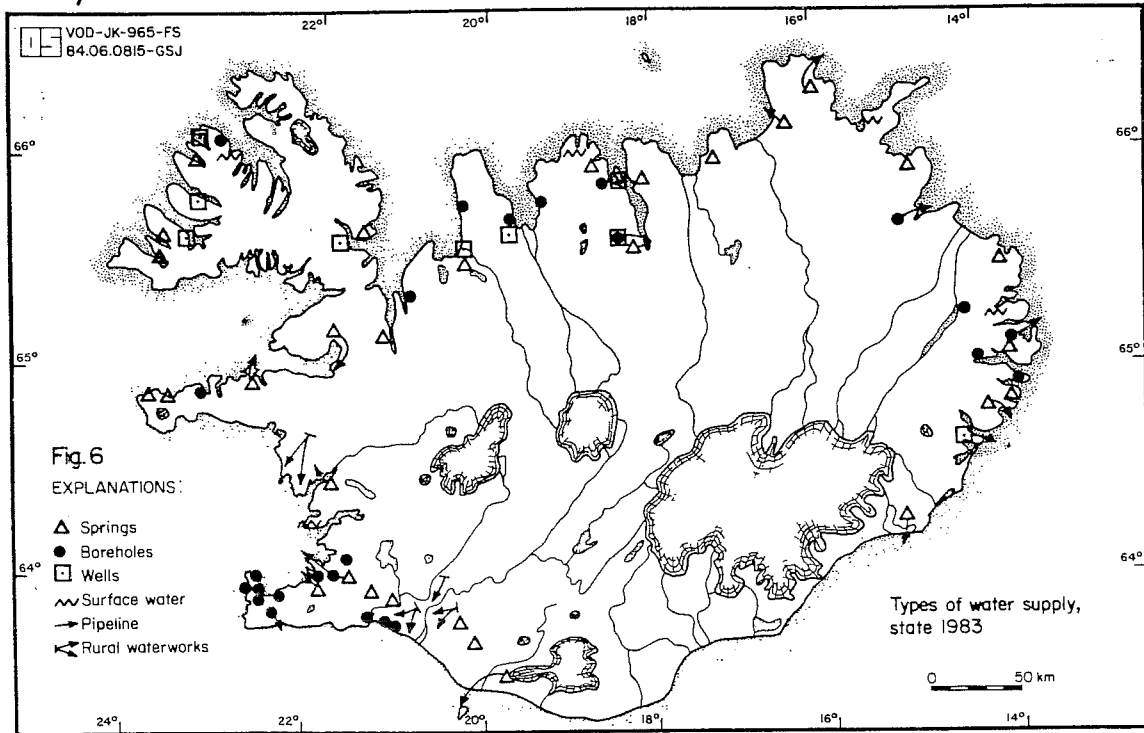
Mynd 4 PLACER IN DISCUSSION FOR FRESHWATER EXPORT.

Fig. 4.



Mynd 2

Ur



4 WATER SUPPLY

Quite many towns and villages are supplied with spring water, either self-flowing or with relatively low pumping costs. Others are supplied from highly productive boreholes in post-glacial or interglacial-basalts. Both methods are prevalent in the South-west, resulting in cheap water supply for the majority of the population of Iceland (Fig.6).

At other places the water supply is more difficult, in a few of more populous towns surface water from near rivers is supplied, with inadequate cleansing. Some attempts have indeed been made to build some cleaning stations, but they have all been a failure, one chief reason being the tremendous amount of mud those rivers carry with them in the seasonal floods. Where springwater is available for the greater part of the year, its utilisation may be combined with water supply from boreholes, operated only part of the year, thus strongly reducing costs. The easy supply of good water at many places did not in the past necessitate long pipelines. In the last years, this has become necessary at an increasing number of places, and will do so still more in the years to come.

Mynd 3

Úr

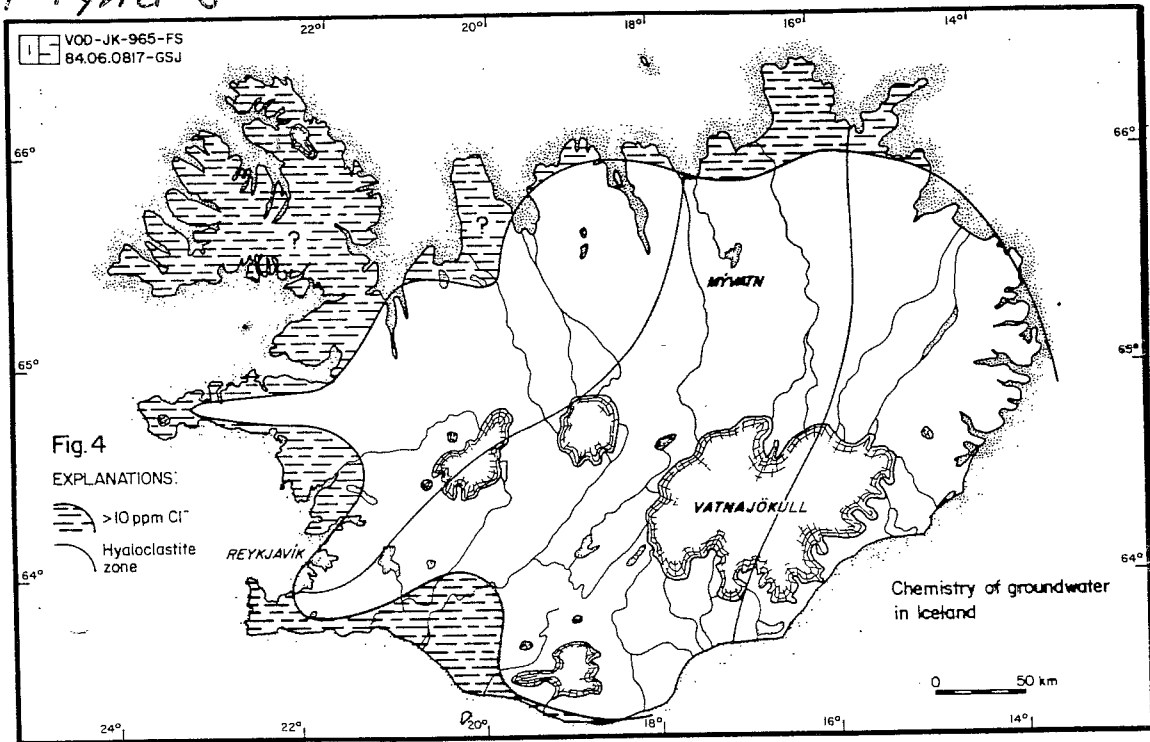


Table.1.

Chemical contents of icelandic groundwater.

<u>Components</u>	<u>Tertiary</u> <u>Basalts</u>	<u>Hyaloclastite</u> <u>Zone</u>	<u>Southern</u> <u>Lowlands</u>
<u>ppm</u>	<u>ppm</u>	<u>ppm</u>	<u>ppm ≥ ≈</u>
SiO ₂	12	18	20
Na ⁺	57	8	15
K ⁺	0.4	0.8	1.2
Ca ²⁺	3	4	6
Mg ²⁺	1	2	4
SO ₄ ²⁻	4	6	7
Cl ⁻	8	4	15
CO ₂	25	25	40

Pollution is not a serious problem in the Icelandic water supply, because of the sparse inhabitation of the country and the cold climate.

1988 03 15

Haukur Tómasson

- Þessu þarf að lýta, og
ég, þið þig að senda
með gremmingum, en
eldri beint í ráðuneytið
IB

IÐNAÐARRÁÐUNEYTIÐ

ARNARHVOLI, REYKJAVÍK

TILV. RÁDUNEYTIS

DAGS.

I/510.3

15. mars 1988

Nokkrir aðilar hafa á undanförunum árum kannað möguleika til að flytja út neysluvatn. Þá mun Orkustofnun hafa kannað gæði neysluvatns á nokkrum stöðum hér á landi m.a. vegna áforma um útflutning.

Ráðuneytið óskar hér með eftir stuttu yfirliti frá Orkustofnun um meginniðurstöður rannsókna stofnunarinnar sjálfrar og annarra rannsókna sem Orkustofnun er kunnug á gæði neysluvatns til útflutnings hér á landi. Vegna hugsanlegs áhuga erlendra aðila á þessu máli er óskað eftir að stutt ágríp á ensku fylgi yfirlitinu.

Iðnaðarráðherra hefur óskað eftir að vinna að gerð yfirlitsins verði hraðað svo sem kostur er.

F.h.r.

Páll Torgersen

Haukur J. Kristjánsson