

Val og hönnun minni vatnsveitna



Hollustuvernd Ríkisins, Matvælasvið

September 2002

1. INNGANGUR.....	5
1.1. Neysluvatn.....	5
1.2. Tilgangur ritsins	5
2. VATNSÞÖRF OG KRÖFUR TIL NEYSLUVATNS.....	5
2.1. Vatnsþörf til heimilis- og atvinnurekstrar	6
2.2. Stærð brunna og vatnsgeyma.....	8
2.3. Kröfur til neysluvatns	8
– Útfjólublátt ljós	11
3. VATNAFAR OG VATNSGÆFNI VEITA.....	13
3.1. Hringrás vatnsins	13
3.2. Jarðfræði vatnsbóla.....	17
3.2.1. <i>Elstu berglögín frá Tertíer</i>	17
3.2.2. <i>Yngri berglögín frá Kvarter</i>	18
3.2.3. <i>Berglög frá nútíma</i>	18
3.2.4. <i>Laus jarðlög</i>	19
3.3. Landshlutar	19
3.4. Flokkun linda.....	22
3.4.1. <i>Lindir úr leku bergi</i>	22
3.4.2. <i>Lindir úr vatnstregu bergi</i>	22
3.4.3. <i>Sprungulindir</i>	23
3.4.4. <i>Framhlaupalindir</i>	23
3.4.5. <i>Dýjaveitur og jarðvegslindir</i>	23
3.4.6. <i>Áreyrarlindir</i>	23
4. VATNSLEIT OG VATNSVERND.....	23
4.1. Vatnsleit	24
4.2. Forkönnun og yfirlitsrannsóknir	24
4.3. Opin vatnsból.....	25
4.3.2. <i>Vatnstaka úr ám</i>	25
4.4. Borholur.....	25
4.5. Vatnsvernd.....	26
4.6. Mengun og mengunarvarnir	28

5. HÖNNUN VATNSBÓLA.....	29
5.1. Forathugun.....	29
5.2. Val á vatnsbóli.....	30
5.2. 1. <i>Vatnsbólsval og gerð vatnsbóls.</i>	30
5.2. 2. <i>Síur</i>	33
5.3. Forhönnun.....	35
5.3.1 <i>Val á tegund brunna og vatnsgeyma</i>	35
5.3.2 <i>Nauðsynlegur búnaður brunna og vatnsgeyma.</i>	35
5.4. Frágangur og viðhald vatnsbóla.....	37
5.4.1 <i>Frágangur vatnsveitna</i>	37
5.5. Prófun vatnsbóls	38
5.6. Mengunarhætta	38
6. DREIFING VATNS	39
6.1. Lagnir.....	39
6.2. Vatnshalli og vatnsprýstingur	39
6.3. Rörastærðir og leiðslufni	40
6.3.1 <i>Járnsteypurör (Cast Iron Pipes)</i>	40
6.3.2 <i>Polyethelyne plaströr eða PE rör</i>	41
6.4. Gerð lagnakerfa.....	41
6.4.1 <i>Hæfileg dýpt lagna.</i>	42
6.4.2 <i>Flutningsgeta lagna</i>	42
6.4.3 <i>Staðsetning lagna í plani</i>	43
6.5. Dælur.....	44
6.5.1 Rafmagnsknúðar dælur.....	44
7. VIÐHALD OG HREINSUN.....	45
7.1. Viðhald	45
7.1.1. Gátlisti	45
7.2. Hreinsun brunna og vatnsgeyma.....	46
7.3. Hreinsun sía	47
8. LOKAORÐ.....	48

9. ÞAKKIR.....	48
10. ORÐALISTI.....	49
11. HEIMILDASKRÁ.....	50

1. INNGANGUR

1.1. Neysluvatn

Mikilvægt er að allir hafi aðgang að góðu og nægu neysluvatni. Með aukinni mengun jarðar, vaxandi fólksfjölda og flutningi matvæla milli heimsálfa þarf neysluvatnið og vatn sem nýtt er við matvælaframleiðslu að hafa efnainnihald sem líkast grenndarumhverfi sínu og vera laust við örverumengun og íblöndun mengandi efna. Ákvæði í lögum og reglum alþjóðasamfélagsins eru stöðugt að aukast og á það einnig við um Ísland og íslenska matvælaframleiðslu.

Árið 2001 kom ný reglugerð um neysluvatn þar sem fram koma kröfur um að eftirlit með gæðum vatns sé aukið, þ.e. nái til fleiri aðila en áður var krafist. Íslendingar eru heppnir að hafa víða mikið og gott neysluvatn en auka þarf kröfur um að hreinleiki vatnsins haldist frá grunnvatni í krana. Vatn getur mengast vegna lélegs frágangs við vatnsból, þegar viðhald er lítið, lagnir tærast o.fl. Íslendingar eru vanir að hafa nægt neysluvatn og þekkja ekki nauðsyn þess að spara það eins og flestar aðrar þjóðir, hvorki vegna þess hve dýrt það er né vegna skorts á því. Vatnsskattur er hluti af fasteignagjöldum og því skilar sparnaður vatns ekki auknu fé á Íslandi.

1.2. Tilgangur ritsins

Riti þessu er ætlað að vera til upplýsingar um gerð og frágang á vatnsbólum lítilla veitna og einkaveitna. Það hefur að geyma upplýsingar um vatnajarðfræði, vatnsbúskap, gerð vatnsbóla, frágang og viðhald þeirra. Vonast er til að heilbrigðisfulltrúar, ráðunautar, dýralæknar, framkvæmdaraðilar, eigendur o.fl. geti nýtt það við eftirlit, ráðgjöf og gerð vatnsbóla.

2. VATNSÞÖRF OG KRÖFUR TIL NEYSLUVATNS

Mikilvægi góðs og ómengaðs neysluvatns verður seint ofmetið. Í mörgum samfélögum eru það gæði vatnsins sem skera úr um heilsufar og lífsafkomu íbúanna. Hér á landi er víðast hvar gott ástand í vatnsmálum, enda mest um nýtingu grunnvatns sem er tiltölulega vel varið fyrir mengun. Mikilvægt er að huga að forvörnum og heilsuvernd þannig að þetta ástand megi vara sem lengst. Með aukinni byggð og vaxandi iðnaði aukast líkur á margskonar mengun og margt er að varast. Alvarlegir sjúkdómar og faraldrar geta orsakast af neyslu mengaðs vatns og efnamengun getur haft langtímaáhrif á heilsufar.

Gæði neysluvatns eru skilgreind á mismunandi hátt allt eftir því hvaða viðmiðun notendur hafa á hverjum stað. Að magn neysluvatns sé nægilegt og stöðugt og að vatnið

innihaldi ekki sýkla eða óheilnæm efni eru þó kröfur sem flestir notendur geta verið sammála um.

Bragð, lykt, gerð og útlit neysluvatns getur verið mjög mismunandi. Efnaríkt vatn er oft bragð- og lyktarmeira en efnasnautt vatn án þess að notendur telji það rýra gæði vatnsins. Sama getur átt við um efni sem hafa áhrif á útlit og gerð neysluvatnsins. Í sumum tilvikum er jafnvel náttúruleg örveruflóra vatnsins talin til gæða. Það ræðst allt af viðhorfum neytenda á hverjum stað hvað telst til gæða í þessu sambandi.

Vatnsnotkun er mismikil eftir löndum og víða er henni stýrt með háu verði á neysluvatni. Á Íslandi er vatnsnotkun mikil og má búast við aukningu á næstu árum vegna aukningar í ferðaþjónustu og einnig má búast við aukinni notkun hitaveituvatns. Sveitarfélög og mjólkurstöðvar hafa lagt út í kostnaðarsamar rannsóknir á örveruinnihaldi neysluvatns á sveitabæjum, en samkvæmt niðurstöðum í skýrslu Heilbrigðiseftirlits Norðurlands vestra¹ hefur veðurfar áhrif á niðurstöður sýna, þ.e. ef veður hefur verið þurr og leysingum er lokið getur opið vatnsból gefið niðurstöður sem sýna að vatnið er neysluhæft þótt svo sé ekki í leysingum og vætutíð. Það sem hér verður kallað vatnspörf er ekki nauðpurftir heldur það sem auðvelt er að komast af með².

2.1. Vatnspörf til heimilis- og atvinnurekstrar

Í töflum hér á eftir eru settar fram upplýsingar sem sýna mestu þörf íbúa fyrir neysluvatn í lítrum á sólarhring og mismunandi þörf atvinnuvega fyrir neysluvatn.

Tafla 2.1³ Vatnspörf til heimilisnotkunnar

	Mesta þörf l/íb/sólarhr	Meðalpörf l/íb/ sólarhr	Mesta klst. notkun aðfangadagur
Í sveitum ⁴	250-350	150	
Íbúðir ⁵	264	220	33 l/klst
Sumarbústaðir	250-350	100	Föstudagar á sumrin ⁶
Fjallaskálar	Mest í júlí-september		

Í töflu 2.2. kemur fram hver vatnspörfin er vegna mjólkurframleiðslu og hjá fyrirtækjum sem tengjast landbúnaði.

¹ Sigurjón Þórðarson og Sigríður Hjaltadóttir febrúar 2001, Vatnssýni í Húnaþingi vestra.

² Vatnspörf e. Jón Ingimarsson verkfræðing og Þórodd F. Þóroddsson jarðfræðing, Sveitarstjórnarmál 4 tbl. 1976.

³ Vatnsveituhandbók Samorku. Dreifikerfi vatnsveitna, Hilmar Sigurðsson 2002.

⁴ Vatnspörf e. Jón Ingimarsson verkfræðing og Þórodd F. Þóroddsson jarðfræðing, Sveitarstjórnarmál 4 tbl. 1976.

⁵ Vatnsveitur og vatnsból. Samantekt um vatnsveitumál, Árni Hjartarson, OS-93061/VOD-04 Reykjavík, ágúst 1994

⁶ Óttar Geirsson og Freysteinn Sigurðsson munnlegar heimildir ágúst 2002.

Tafla 2.2. Vatnspörf til atvinnurekstrar sem tengist landbúnaði

	Eining	Magn
Sláturhús	l / grip	300-400
Sláturhús með kjötvinnslu	l/grip	700-800
Mjólkurbú	1 / 1 mjólkur	4-5
Gróðurhús	1 / m ² / dag	16
Bændabýli		
Mjólkurhús ⁷		
Tankur með sjálfv.		
Þvottabúnaði	l/dag	75
Mjaltakerfi	l/dag	120
Forkælir	l/mjaltir	200-500

Tafla 2.3. Vatnspörf húsdýra

	Vatnspörf l/dýr/sólarhr
Kýr mjólkandi	30-100
Geldneyti	40-50
Kálfar	28-30
Gyltur	10-20
Ær	5-10
Hross	15-20
100 hænur	30-40

Tafla 2.4. Vatnspörf til atvinnurekstrar við sjávarútveg

	Eining	Magn	Athugasemdir
Fiskiðjuver	t/tonn slægðs fisks	5	Án frýstingar
Frýsting	t/ tonn afurða	15-20	
Saltfiskverkun	t/klst	15	1 vélasamstæða
Rækjuvinnsla	l/s	meira en 5	Háð stærð véla

⁷ Sigurður Grétarsson verkstjóri þjónustusviðs MS á Selfossi munnlegar upplýsingar júlí 2002.

2.2. Stærð brunna og vatnsgeyma

Vatnsgeymir til sólarhringsmiðlunar þarf að rúma minnst helminginn af vatnsnotkuninni yfir sólarhringinn. Þegar velja á vatnsgeymi þarf að taka tillit til væntanlegrar vatnsþarfar eftir 30-50 ár. Algeng stærð á vatnsgeymi fyrir eitt býli er um 1.000-3.000 l eða 10-30 m³ og eru þeir venjulega með eitt hólf. Þar sem margir neytendur eru um vatnsbólið er æskilegra að vatnsgeymir hafi tvö eða fleiri hólf svo notkun vatnsbólsins falli ekki niður við hreinsun eða viðhald. Það er háð því hve gjöfull veitirinn er hve stór vatnsgeymirinn þarf að vera. Ef notaður er vatnsgeymir er nóg að brunnurinn sé lítill, lokaður hólkur yfir lindinni eða veitinum. Ef eingöngu er notaður brunnur þarf hann að uppfylla sömu kröfur og vatnsgeymir.

2.3. Kröfur til neysluvatns

Neysluvatn kemur annars vegar úr grunnvatni og hins vegar úr yfirborðsvatni og eru tvö síðastnefndu oftast kölluð hrávatn. Þessi þrjú hugtök eru skilgreind á eftirfarandi hátt:

- Neysluvatn: Vatn í upphaflegu ástandi eða eftir meðhöndlun, sem notað er til drykkjar og í matvælaframleiðslu, nema unnt sé að sýna fram á að gæði þess vatns sem notað er hafi áhrif á heilnæmi framleiðslunnar.
- Grunnvatn: Rennandi vatn neðanjarðar með nánast lárétta rennslisstefnu og fyllir að jafnaði allt samtengt holrúm í jörðinni.
- Yfirborðsvatn: Vatn af yfirborði jarðar s.s. lækjum, ám og stöðuvötnum. Það má nota til neyslu ef það uppfyllir ákveðnar gæðakröfur

Allt hrávatn sem nýtt er til framleiðslu á neysluvatni inniheldur náttúrulega örveruflóru. Örverufræðilegt ástand vatns, sem ætlað er til neyslu, er einn mikilvægasti þátturinn varðandi gæði og ekki síður öryggi þess. Örverur leynast víða í umhverfi okkar og geta auðveldlega borist í vatn og matvæli ef ekki er vel að gáð og fyllsta hreinlætis gætt á öllum stigum meðhöndlunar. Margir alvarlegir sjúkdómar geta borist með vatni, s.s. taugaveiki og kólera og faraldrar af völdum vatnsmengunar eru vel þekktir.

Grunnvatn er yfirleitt frekar örverusnautt og náttúrulega örveruflóran samanstendur að mestu af skaðlausum jarðvegsörverum sem berast í vatnið úr jarðveglögum sem vatnið seitlar í gegnum. Oftast dregur úr magni náttúrulegu örveruflórunnar eftir því sem vatnið síast meira og dýpra er niður á grunnvatnsyfirborðið. Til að grunnvatnið mengist ekki frá lind að krana þarf frágangur á borholum, brunnum og leiðslum einnig að vera viðunandi.

Vatn á yfirborði eða nálægt yfirborði er oftast mun örveruríkara en grunnvatn. Auk jarðvegsörvera geta verið til staðar aðrar örverur af margvíslegum öðrum uppruna, t.d frá jarðvegi, lofti, ryki, fuglum og dýrum, bithögum, áningarstöðum, frárennsli og mönnum. Náttúruleg örveruflóra yfirborðsvatns getur því oft innihaldið örverur sem valdið geta

heilsutjóni. Því er nauðsynlegt að gera viðunnandi ráðstafanir s.s. síun og geislun eða klórun.

Saurmengun vatns vegna dýra (t.d. fugla) eða manna er algengasta og alvarlegasta orsök örverusýkinga af völdum vatns. Afleiðingarnar eru háðar tegund og fjölda örvera og ástandi þeirra einstaklinga sem neyta vatnsins. Einstaklingar með skert ónæmiskerfi, börn og aðrir viðkvæmir, eru í mun meiri hættu en þeir sem heilbrigðir eru og í góðu líkamlegu ástandi. Sjúkdómsvaldandi örverur (sýklar) fjölga sér yfirleitt ekki í neysluvatni, en þó getur verið mikil hætta á faraldri ef slíkar örverur berast í vatn þar sem fjöldi neytenda er mikill. Ef örverurnar berast í matvæli geta þær fjölgað sér mjög hratt og haft mun víðtækari áhrif.

Margir þættir hafa áhrif á tilvist og örlog örvera í dreifikerfum. Samspil þessara þátta skiptir máli sem og tegund örvera. Þær kjósa sér t.d. mismunandi hitastig. Hönnun og frágangur vatnsveitna og dreifikerfa auk umgengni, viðhalds og hreinlætis, sem fjallað verður um síðar í ritinu, hefur því veruleg óbein áhrif á överufræðilegt ástand vatnsins og mikilvægt er að vel sé að slíku staðið frá upphafi.

Sjúkdómsvaldandi örverur geta borist í vatn eftir ýmsum leiðum. Sem dæmi má nefna frárennsli, skólpi, saurmengun af völdum manna eða dýra. Ekki verður farið ítarlega út í einkenni hverrar örverutegundar hér, en nokkrar helstu nefndar til sögunnar.

Campylobacter er mjög útbreidd hjá dýrum og fuglum með heitt blóð en finnst einnig í frárennslisvatni, skólpi og árvatni. Hún er algeng í hráum alifuglaafurðum (allt að 80 - 100%). Þar sem hún er útbreidd í dýraríkinu getur orðið mengun á drykkjarvatni og hrámjólk vegna saurmengunar frá dýrum eða frárennsli.

Campylobacter er frekar viðkvæm og þolir illa alla meðferð á hráu kjöti, eins og hitun, kælingu og frystingu, og getur yfirleitt ekki fjölgað sér í þessum matvælum. Flest greind matarsýkingartilfelli af völdum *Campylobacter* eru því vegna neyslu á mengaðri hrámjólk eða óhreinu neysluvatni.

Ekki þarf meira en 100 - 500 frumur/g eða ml til að valda sýkingu, sem einkennist af niðurgangi er getur verið mjög svæsin og með blóðlituðum hægðum 2 - 5 dögum eftir smit, hita, kviðverkjum, höfuðverk og ógleði. Sjúkdómurinn, sem leggst yfirleitt þyngra á fullorðið fólk en börn, getur staðið í 1 - 2 vikur og í kjölfarið getur fylgt liðagigt.

Til eru um 2000 tegundaafbrigði af *Salmonella* sem öll geta valdið sýkingum hjá mönnum. *Salmonella* er þarmabaktería og getur því fundist í frárennslisvatni og skólpi. Hún getur borist í matvæli vegna krossmengunar í sláturhúsum, frá umhverfinu þegar um fisk er að ræða og einnig geta menn verið hýslar eða smitberar og því mengað matvæli ef hreinlæti er ábótavant. Salmonellabakteríur hafa mikla hæfileika til að vaxa og fjölga sér í matvælum ef aðstæður eins og hiti, næring og raki eru til staðar. Þær lifa einnig ágætlega af kælingu, frystingu og þurrkun, enda hafa þær einangrast úr kryddi, hnetum og súkkulaði.

Sjúkdómseinkenni, sem eru magaverkur, niðurgangur, uppköst og hiti koma fram 12 - 36 klst. eftir neyslu og er mismunandi eftir Salmonellategundum hver smitskammturinn er. Hann getur verið allt frá nokkrum frumum (*S. typhi* ef smitleiðin er drykkjarvatn) upp í nokkrar milljónir /g matvæla. Ef um fiturík matvæli er að ræða þarf mjög lítið magn til

að valda sýkingu þar sem fitan myndar vörn utan um frumurnar og hindrar magasýrurnar í að kljúfa þær.

Salmonellasýking getur haft alvarleg eftirköst, eins og liðagigt, bólgur í hjartavöðva, sjúkdóma í taugakerfi og beinhimnubólgu.

Escherichia coli er þarmabaktería og eru því náttúruleg heimkynni bakteríunnar saur manna og dýra þar sem hún finnst nær undantekningarlaust í miklum fjölda. Hún berst þaðan í skólp og árvatn og getur síðan borist í flestar tegundir matvæla ef ekki er gætt fyllsta hreinlætis eða ef notað er skólpmengað vinnsluvatn.

Þekkt eru 5 afbrigði af *E. coli* sem valda vægum kviðverkjum, niðurgangi og vökvatapi. *E. coli* 0157:H7 er þeirra skæðust og veldur þarmablæðingum og krampa, en möguleg eftirköst geta verið í formi þvageitrunar og nýrnasýkinga, sérstaklega hjá börnum, öldruðum og fólki með skert ónæmiskerfi.

Erfiðlega hefur gengið að einangra þetta afbrigði og ekki er vitað hversu vel það vex í hráum matvælum, en nokkur alvarleg tilvik hafa komið upp erlendis eftir neyslu á nautakjöti (hamborgurum) sem ekki var gegnumsteikt. Ekki er vitað hversu mikið þarf til að valda sýkingu.

Yersinia enterocolitica tengist saurmengun vatns, en hún getur lifað góðu lífi við lágt hitastig, jafnvel 4°C, og getur því hafst lengi við í neysluvatni. Uppruna slíkrar mengunar er því oft erfitt að rekja.

Vírusar fjölga sér allajafna í iðrum manna og tilvist þeirra í vatni má fyrst og fremst rekja til skólpmengunar eða saurmengunar af öðrum toga. Margskonar kvillar geta hlotist af veirusýkingum, allt frá hita og útbrotum upp í alvarlegar iðrakveisur og lifrabólgu. Helstu vírusarnir eru: Hepatitis A og E, Norwalk virus, Adenoviruses, Enteroviruses og Rotavirus.

Frumdýr (protozoa) eru einnig til komin í vatni vegna saurmengunar, en þau geta einnig borist í menn með matvælum eða á milli manna.

Legionella pneumophila, *Aeromonas* tegundir, *Pseudomonas aeruginosa* og *Mycobacterium* tegundir eru frábrugðnar flestum öðrum sjúkdómsvaldandi örverum að því leyti að þær geta fjölgað sér í dreifikerfum. Þessir sýklar eru til staðar í náttúrunni og geta valdið ýmiskonar sýkingum, t.d. í húð og slímhimnu ef mengað vatn er notað til böðunar. Þetta á einkum við um viðkvæma einstaklinga. *Legionella* getur borist í lungu við innöndun og valdið sýkingum.

Afleiðingar örverumengunar í neysluvatni eru margvíslegar. Mikill vöxtur getur haft áhrif á útlit vatnsins, þ.e. gruggmyndun, útfellingar og þar með lit, en einnig geta komið fram lyktar- og bragðbreytingar. Orsök fyrir slíku má einkum rekja til vaxtar þörunga, ákveðinna sveppa (actinomycetes) og frumdýra. Margvísleg niðurbrotsefni örvera geta einnig valdið ofnæmis- eða óþolseinkennum hjá viðkvæmum einstaklingum. Ýmis tæknileg vandamál geta einnig hlotist af vexti örvera við ákveðnar aðstæður, s.s. útfellingar, stíflur og jafnvel tæring í lögnum.

Oft getur þurft að grípa til einhvers konar meðhöndlunar á vatni, sem ætlað er til neyslu, einkum þar sem um yfirborðsvatn er að ræða. Það fer eftir uppruna mengunarinnar hverju sinni til hvaða ráðstafana er gripið, en vel þekktar aðferðir eru síun og geislun vatnsins með útfjólubláu ljósi (lítill hluti vatns hér á landi). Ósonering er einnig vel þekkt og jafnvel gerð krafa um slíka meðhöndlun vatns til notkunar í matvælaíðnaði. Skolun eða efnameðhöndlun dreifikerfis getur verið nauðsynleg og áhrifarík við vissar aðstæður, s.s. eftir viðgerðir, lokun eða lagningu nýs kerfis.

•Tilgangur meðhöndlunar:

- Eyða örverum sem menga vatn á vatnstökusvæðum
- Hindra fjölgun örvera í dreifikerfi
- Eyða örverum sem menga vatn í dreifikerfi
- Aðferðir við meðhöndlun
 - Síun í gegnum jarðveg eða tilbúna síur
 - Klórun (efnameðhöndlun)
 - Útfjólublátt ljós
 - Ósonering
 - Skolun lagna, borhola o.s.frv.

Þær aðferðir sem notaðar eru til að greina sjúkdómsvaldandi örverur eru oft tímafrekar, dýrar og flóknar þannig að gjarnan eru notaðir s.k. “indikatorar”, þ.e. ákveðnir þættir sem eru góð vísbending um t.d. saurmengun eða önnur vandamál. Flestir þessara þátta hafa þó vissar takmarkanir og enginn einn er nægilegur sem slíkur. Það er talið mikilvægt að fylgjast reglulega og oft með gæðum neysluvatns þannig að góð mynd fái af ástandi vatnsins hverju sinni til að auðveldara sé að rekja vandamál ef þau koma upp. Á listanum hér að neðan má segja að 6 fyrstu þættirnir séu góð vísbending um saurmengun vatnsins, en hinir síðasttöldu fremur vísbending um vatnsgæði og árangur meðhöndlunar á vatninu.

Kólígerlar
 Saurkólígerlar
 Escherichia coli
 Saurkokkar
 Súlfít afoxandi Clostridia
 Bakteríuveirur
 Líftala við 37° og 22°C
 Aeromonas tegundir
 Pseudomonas aeruginosa

Mæling á eðlisfræðilegum þáttum eins og hitastigi, gruggi og leiðni er oftast auðveld og því mikið notuð við reglubundnar eftirlitsmælingar. Hitastig er ákveðinn mælikvarði á stöðuleika og gæði vatnsins. Leiðni segir til um efnafræðilegan stöðugleika vatnsins. Grugg gefur til kynna hugsanlega jarðvegsmengun, efnamengun úr dreifikerfi og/eða lífræna mengun sem t.d. getur stafað af fjölgun örvera í vatninu.

Af ólífrænum efnasamböndum eru þungmálmur hættulegastir og geta efni eins og kvikasilfur (Hg) og kadmíum (Cd) valdið lífshættulegum eitrunum. Í neysluvatni er það einna helst blý (Pb) sem reynst getur hættulegt, sérstaklega þar sem blý er að finna í

pípulögnum eins og enn þekktist víða en þó ekki á Íslandi. Mikið magn af járni (Fe) getur valdið tæknilegum vandamálum, s.s. útfellingu, og haft áhrif á vöxt örvera og gæði vatnsins.

Nítrat og nítrít eru efni sem geta gefið til kynna mengun frá landbúnaði (áburður), en einnig iðnaði og sorphaugum. Nítröt geta haft alvarleg áhrif á heilsufar manna þegar til lengri tíma er lítið. Enn sem komið er, er neysluvatn ekki mikilvægur þáttur varðandi inntöku á nítrati, heldur skiptir mataræði þar mestu.

Ammoníak er í umtalsverðu magni í húsdýraáburði og getur því verið vísbending um saurmengun af völdum dýra eða mengun frá landbúnaði. Sama máli gegnir um frárennslismengun frá iðnaði.

Lífræn efni, varnarefni, sóttþreinsiefni og afleiður sóttþreinsiefna eru lítið vandamál í íslensku neysluvatni. Víða erlendis eru þessi efni hins vegar vaxandi vandamál og nýlegar rannsóknir hafa sýnt að notkun sóttþreinsiefna eins og klórefnasambanda getur verið varasöm vegna myndunar skaðlegra klórafleiðna.

Jarðvegsagnir af stærðargráðunni 1 nm - 1 mm í þvermál eru lang algengasta orsök gruggs í neysluvatni. Þetta er fremur vandamál í yfirborðsvatni en grunnvatni ef rétt er að málum staðið varðandi nýtingu þess. Þetta vandamál getur verið tiltölulega saklaust, en getur verið mjög góð vísbending um alvarlegri vandamál s.s. vöxt óæskilegra örvera. Við mælingar á jarðvegsögnum eru notaðar ljósmælingar sem byggja á áhrifum gruggmyndunar á upptöku og endurvarpi ljóss.

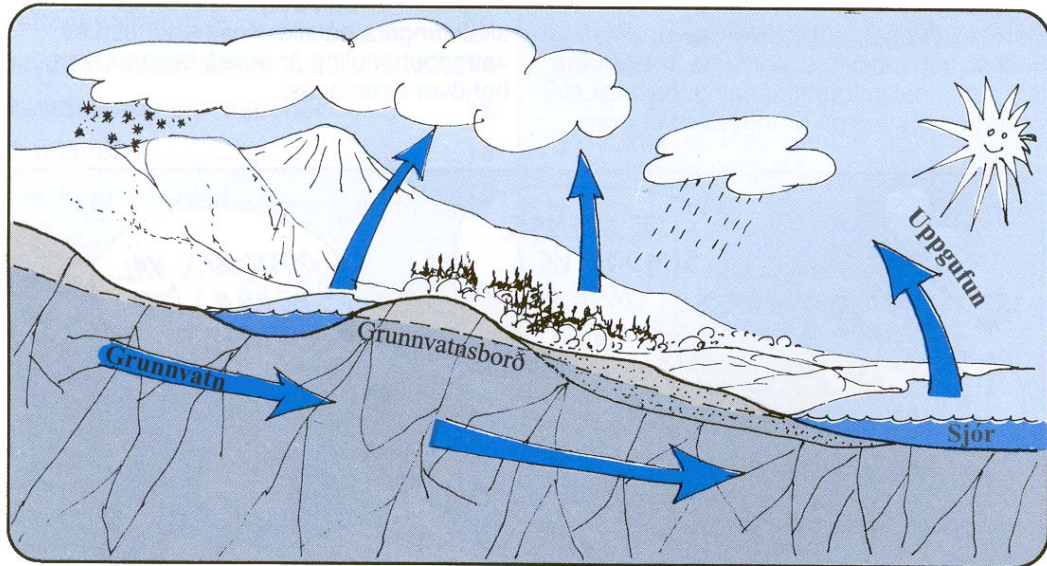
Víða erlendis fellur vatn undir umhverfismál og er skilgreint og meðhöndlað samkvæmt því. Hér á landi er neysluvatn skilgreint sem matvæli og fellur því undir matvælaölggjöf. Af helstu reglum, sem starfsmenn vatnsveitna og aðrir matvælaframleiðendur ættu að þekkja, má helst nefna matvælaframlög nr. 522 frá 1994, en þar er kveðið á um kröfur varðandi starfsleyfisveitingar og um fyrirkomulag eftirlits, reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, reglugerð nr. 390/1995 um ölkelduvatn og leiðbeiningar um gæði og meðhöndlun yfirborðsvatns.

3. VATNAFAR OG VATNSGÆFNI VEITA

3.1. Hringrás vatnsins

Vatnshagur jarðar dreifist misjafnt. Á Íslandi er vatnshagur í góðu lagi, úrkoma tíð og mikið vatn bundið í grunnvatni berggrunnsins. Úrkoma mælist um 60 l/s á km² að ársmeðaltali⁸ og grunnvatnið er um fimmtungur alls afrennslisins. Best er að ná í neysluvatn beint úr grunnvatninu. Vatnshagur grunnvatnsins segir til um hversu mikið vatn er til ráðstöfunar á ákveðnu **grunnvatnssvæði**.

⁸ Veðurstofa Íslands: Munnlegar upplýsingar maí 2002.



Mynd 3.1. Hringrás vatnsins.

Úrkoman er ekki jafndreifð um landið. Á fjalllendið við suðurströndina, þar sem úrkoman er mest, mælist hún um 4000 mm/ár, en í skugganum norðan Vatnajökuls mælist úrkoman um 400 mm/ár⁹. Uppgufun er lítil þannig að mest allt vatnið skilar sér til sjávar með ám og lækjum og grunnvatnsstraumum.

Ekki er ólíklegt að raungufun (e. absolut evaporation) á landinu sé nálægt 300mm/ári, samkvæmt Markúsi Einarssyni (1976), eða sem svarar til 10 l/s/km². Afrennslið er því nærri 50 l/s/km² og heildarafrennsli af landinu því um 5.000 m³ / s að jafnaði. Það gerir rétt tæpa 20 l/s á hvern íbúa (tæpar 2 vatnsfötur á sekúndu sem svarar til um 600.000 m³/ári/íbúa¹⁰).

Meðalafrennsli á Íslandi er með því mesta sem þekktist í heiminum eða um 50 l/km² sem svarar til 5.000 m³/s af landinu öllu¹¹ og um leið er meðalafrennsli á íbúa á Íslandi það hæsta á jörðinni

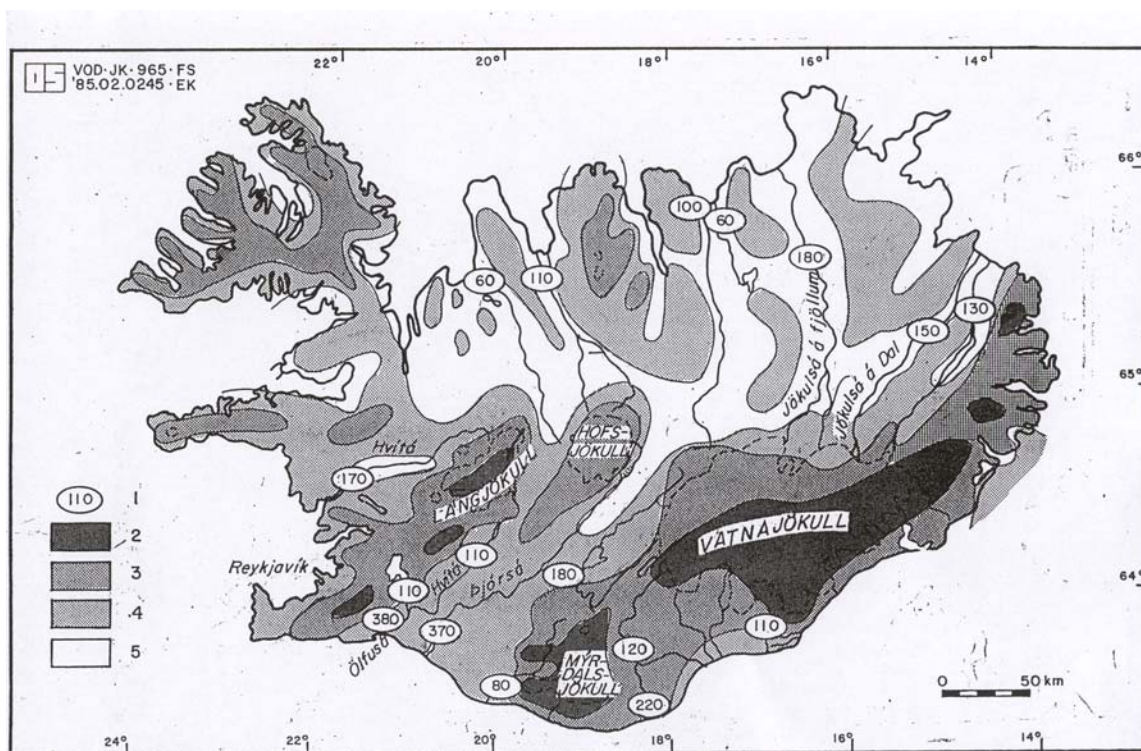
Úrkoma á yfirborð jarðar: Til að meta vatnshag grunnvatnsins þarf að vita hver úrkoman er á grunnvatnssvæðinu og hvernig hún skiptist í regn og snjó. Úrkoman er uppspretta alls vatns og því afgerandi þáttur í vatnsmagni hvers vatnasviðs. Hægt er að setja úrkomu upp í formúlu þar sem fram kemur hvað gufar upp, hvað rennur á yfirborði og hvað fer niður í grunnvatnið.

Úrkoma = raungufun + afrennsli á yfirborði + írennsli í grunnvatn

⁹ Adda Bára Sigfúsdóttir 1965: Nedbör og Temperatur i Ísland. Den 4. Nordiske Hydrologiske konferens. Bind 1. Reykjavík.

¹⁰ Munnlegar heimildir Freysteinn Sigurðsson júlí 2002.

¹¹ Sigurjón Rist 1956



Mynd 3.2. Mismunandi úrkoma á landinu (Orkustofnun 1985).

Úrkoman er mismikil eftir árstíðum, mest á haustin og veturna en minnst á vorin. Þegar úrkoman fellur sem snjór fer ekkert af henni sem afrennsli á yfirborði né sem írennsli til grunnvatns en þegar snjóa leysir losnar hún sem rennandi vatn. Því er hætt á að lækir og lindir með litlu vatnasviði þverri á veturna.

Írennsli til grunnvatns er vatnsmagn á tímaeiningu (l/s) á flatareiningu (km²). Heildarírennsli á afmörkuðu grunnvatnssvæði er því háð stærð svæðisins,

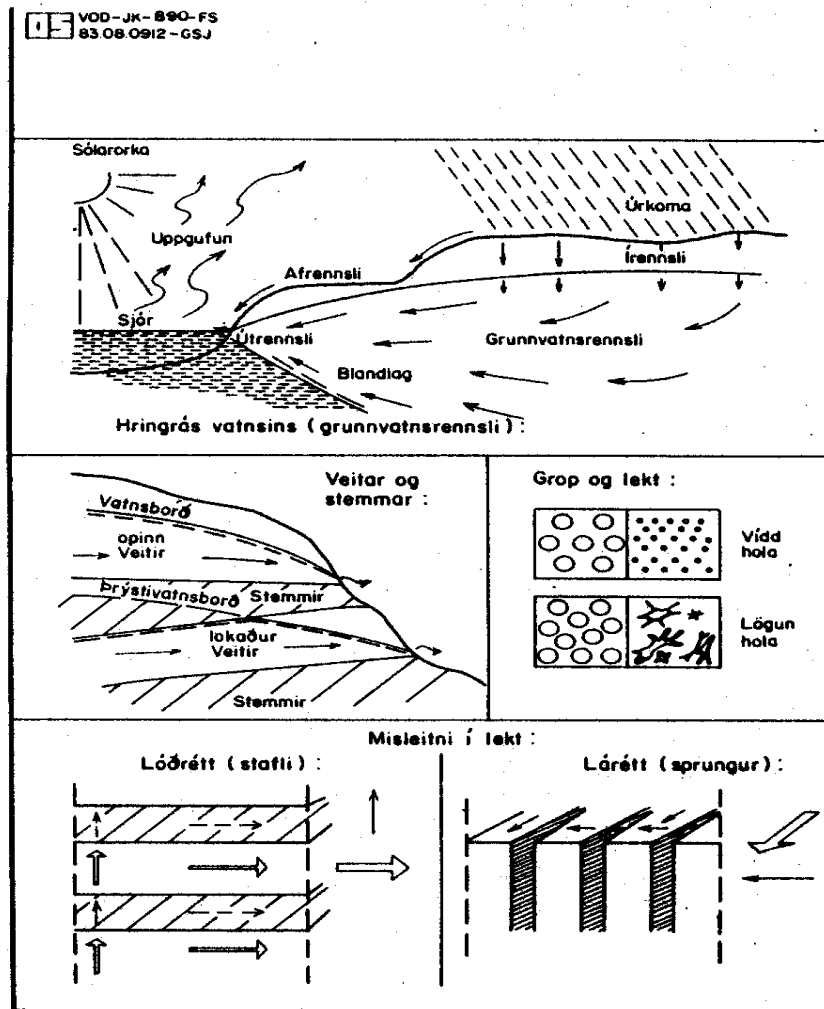
$$\text{km}^2 * \text{írennsli l/s / km}^2 = \text{rennsli l/s.}$$

Írennslið þarf að komast í jörðu niður til að skila sér í grunnvatnið. Því er írennslið hverfandi þegar jörð er frosin og stuðlar það oft að vatnspurrð í lindum af litlum grunnvatnssvæðum á veturna og undir vor. Írennsli er lítið á berum blágrýtisklöppum, tregt í blautri mýrarjörð, greiðast á hraunum, vikrum, söndum og áreyrum en einnig verulegt í grágrýtisbreiðum og móbergsfjöllum. Jarðvegur og skriður geta tekið nokkuð greiðlega við írennsli þótt þær séu á þéttu bergi. Írennslið sígur niður þar til það kemur í grunnvatnið, en það myndar samfelld lag neðanjarðar og rennur yfirleitt nærri lárétt þar til það kemur til yfirborðs í lindum.

Grunnvatnið rennur því greiðar eftir jarðlögum sem **lekt** þeirra er meiri. Lektin, sem mæld er í m/s, er mjög þýðingarmikil með tilliti til vatnssöfnunar. Hlutfallslega vel lekt jarðlag er kallað **veitir** en lítið lekt jarðlag er kallað **stemmir**. Veitarnir flytja meira vatn því þykkari sem þeir eru og skiptir það miklu máli, t.d. í borholum, fyrir vatnsgæfni

jarðlaga og vatnsbóla. Margfeldi af þykkt og lekt jarðlaga er kallað **leiðni**, $m^2m/s = m^2/s$ og er eins konar mælikvarði á **vatnsgæfni jarðlaganna**¹².

Lektin er háð gerð holrýma í jarðlögum. Hún er því meiri sem holurnar eru víðari, en vatnið loðir við vegg holrýmisins þannig að beita verður afli til að það renni eftir jarðlögum. Aflið sem knýr grunnvatnsstreymið er þyngdarafli jarðar eða rennslishallinn. Rennslishraði miðast við rennslishraða vatnsmassans í gegnum jarðlögin og er háður lekt og halla grunnvatnsborðs.



Mynd 3.3. Vatnajarðfræði. Skýringarmynd eftir Freysteinn Sigurðsson 1985.

Rúmmálshlutfall holrýmisins í jarðlögum kallast **grop**. Virkt **grop jarðlags mælir gropin (holrými)** sem eru það stór að þau leiða vatn.

¹² Freysteinn Sigurðsson munnlegar heimildir júlí 2002.

Grop er mjög mikið í jarðlagi eins og leir en gropurnar (holrýmið) eru svo þröngar að lektin verður mjög lítil. Grunnvatnsrennsli er einungis í jarðlögum þar sem gropur eru nógu víðar og samtengdar til þess að vatn geti runnið í gegnum þær. Jarðlögin hafa **virkt grop** mælt í % sem er alltaf minna en grop jarðlagsins. Í finum leir er virka gropið mun minna en gropið. Vatnsmagnið sem rennur eftir jarðlögum og er háð rennslisraða vatnsmassans og stærð jarðlagsins í þykkt og breidd kallast **vatnsmegin veitisins**. Ekki er hægt að ná meira vatni úr jarðlagi en virka gropið annar, sem samsvarar þá **geymd** jarðlagsins.

Forði vatns í jarðlagi er margfeldi rúmmáls jarðlagsins m^3 og geymdar þess í %.
Vatnsforði = $m^3 \cdot \text{virkt grop\%}$.

Forði jarðlags hefur tæknilega mikla þýðingu fyrir vatnsnýtingu og reiknast við dæluþófanir við líkanagerð fyrir vatnstökusvæði og afkastamat á vatnsbólum.

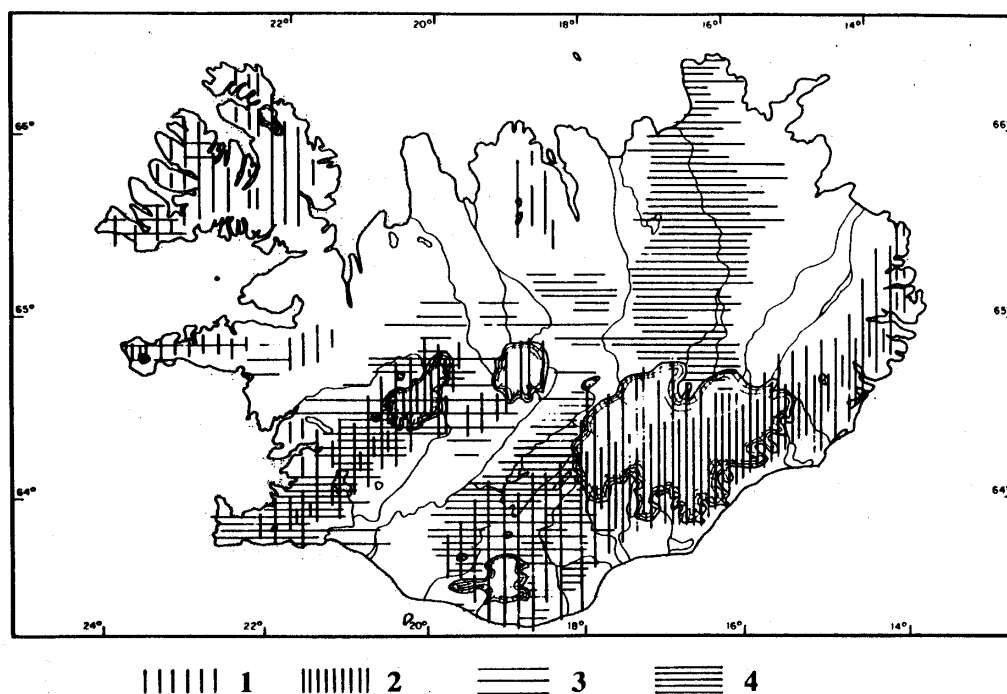
3.2. Jarðfræði vatnsbóla

Ísland er að miklu leyti myndað úr hraunlögum sem hafa hlaðist upp frá því gosvirkni hófst. Hraunlög eru þéttust næst miðju en lausari við yfirborð. Með aldrinum þéttast hraunlögin vegna holufyllinga og yngri hraunlög hlaðast ofan á þau eldri. Yngri hraunlög eru lekari en þau eldri. Hin útrænu öfl eru líka að verki s.s. sól og vindar og laus jarðlög myndast og fergjast með tímanum. Þannig hleðst berglagastaflinn upp og myndar jarðlög sem eru mishæf til að leiða grunnvatn.

3.2.1. Elstu berglögin frá Tertíer

Elstu berglögin eru þétt og virkt grop í þeim lágt og lítið um lindir á eða við yfirborð. Þar safnast yfirborðs- og leysingavatn í sprænur sem mynda læki og ár sem renna til sjávar, svokallaðar dragár. Víða í bergstaflanum finnast sprungur og sprungukerfi sem vatn nær að renna eftir¹³. Grunnvatnsstraumar í berggrunninum eru smáir og lindir litlar.

¹³ Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson og Þórólfur H Hafstað. Samorka 2001



1. Úrkoma >1600 mm/ár
2. Úrkoma > 3200 mm/ár
3. Lekur berggrunnur
4. Lekur berggrunnur og takmarkað afrennsli á yfirborði.

Mynd 3.4. Hugmyndir um lekt jarðlaga og úrkoma. (Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1988). Nóg er af grunnvatni þar sem lekur berggrunnur og mikil úrkoma fara saman.

3.2.2. Yngri berglögin frá Kvarter

Á kvarter- tímanum skiptust á hlýskeið og kuldaskieið þegar jökull lá yfir landinu að meira eða minna leyti. Við gos undir jökli kólnar hraunkvikan í jökulbráðinni og getur þá splundrast í salla sem er líkari sandi eða grjótbrotum en þéttu hraunstáli. Þessi brot límast saman í meira eða minna fast berg vegna hitans í efninu og frá gosinu og myndast þannig móberg af ýmsum gerðum: Túff (finn salli, frekar þétt), þursaberg, bólstraberg (oft vel lekt) og kubbaberg. Hraun runnu á hlýskeiðunum, en jöklar ísaldar hafa yfirleitt skafið gjalllagið af yfirborði þeirra. Þessi hraun eru lítið eða ekkert holufyllt og því oft sæmilega eða vel lek. Þau eru kölluð grágrýti, einkum þegar þau eru komin frá gosdyngjum og gróf í kornastærð¹⁴.

Berglögum má skipta í tvennt eftir gerð þeirra¹⁵.

¹⁴ Freysteinn Sigurðsson munnlegar heimildir júlí 2002.

¹⁵ Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson og Þórólfur H Hafstað. Samorka 2001

□ **Gropberg:** Er mikið gropið og rennsli vatns að mestu í holum milli samfastra korna. Hér tilheyra vel lekar gerðir af setlögum eins og völuberg, sandsteinn og móberg og holurík gjall- og berglög á efra og neðra borði hraunlaga. Jökulberg hefur mikla kornastærðardreifingu og hefur því litla lekt. Ummynduð öskulög og fínkorna setlög tilheyra þessari gerð en eru lítið lek því virka gropið er lágt. Setbergið er yfirleitt millilög í berglagastaflanum en móbergið myndar stórar hrúgur og fjöll. Geymd í gropberginu er oft 10-30% eftir því hversu fyllt er í götin af ummyndunarsteindum eða við samlímingu.

□ **Glufuberg:** Þar er rennsli mest um glufur milli stuðla og bergbúta. Hér tilheyrir þetta hraunstálið í flestum hraunlögnum. Glufuberg finnast í lagskiptum bergstöflum og er lekt þeirra mismikil eftir þykkt berglagsins. Geymd er mun minni úr glufubergi eða um 1-10% eftir því hversu fyllt er í glufurnar. Virkt grop er háð því hve gjall og kargi í ytra borði bergsins er þykkt og getur geymd berglags farið upp í 10-20%. Á svæðum þar sem jarðskjálftar eða höggunarhreyfingar eru algengar má búast við að finna virkt sprungukerfi sem lýsir sér í sprunguskörum. Þeir ná oft langar leiðir á fremur mjóum ræmum, sprunguskarar og sprungureinar. Einnig má finna stöku sprungur þó höggunarhreyfingar séu ekki algengar.

- ◆ **Sprunguskarar** og sprungureinar eru mikilvægir fyrir vatnsgæfni vatnstökusvæða.
- ◆ **Einstaka sprungur** eru mikilvægar fyrir vatnsgæfni einstakra vatnsbóla og þar með einkaveitur.

3.2.3. Berglög frá nútíma

Hraunlög frá nútíma finnast á virka gosbeltinu. Þau eru gjallrík á yfirborði og vatn rennur auðveldlega niður í grunnvatnið.

3.2.4. Laus jarðlög

Laus jarðlög eru algeng á yfirborði berglagastaflans. Þau geta verið jökulset ýmiss konar, vatnaset, sjávarset, vindset, árset o.fl.. Kornastærð setsins skiptir miklu máli fyrir lektina. Lekt setsins er háð **kornastærðardreifingunni**.¹⁶

Hægt er að flokka berglög eftir gæðum þeirra sem veita fyrir vatnsból.

◆ Góðir veitar í föstu bergi:

- ∞ Hraun frá nútíma, eftir lok ísaldar fyrir 10.000 – 14.000 árum
- ∞ Grágrýti, hraun frá hlýskeyðum ísaldar
- ∞ Óholufyllt basalt, einkum í efri hluta fjalla í blágrýtisstaflanum
- ∞ Bólstraberg, því betra því hreinna sem það er
- ∞ Sumt lítið ummyndað móberg s.s. túff og þursaberg
- ∞ Sumt lítið ummyndað og fyllt völuberg og sandsteinn
- ∞ Gjallkennd og uppbrotin hraun eru með lekt um 10^{-2} m/s
- ∞ Grágrýti sem ekki hefur fyllst af seti getur verið með lekt yfir 10^{-3} m/s
- ∞ Bólstraberg getur haft lekt yfir 10^{-3} m/s
- ∞ Fornt og ummyndað basalt, jökulberg og annað illa lekt berg hefur oft ekki meiri lekt en 10^{-5} – 10^{-7} m/s

¹⁶ Handbók bænda 2002: Viðhald og frágangur við vatnsból; Óttar Geirsson, Bændasamtökum Íslands.

◆ Lélegir veitar:

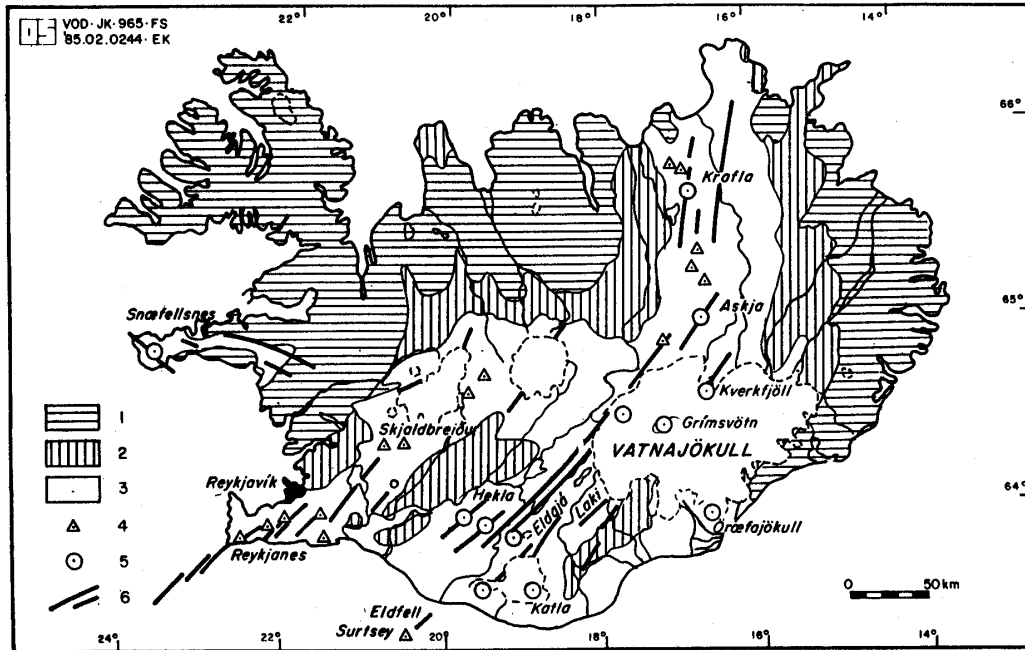
Jökulberg
Fín millilög
Ummyndað berg
Fínkorna móberg
Þétt hraunstál í basalti eða blágrýti

3.3. Landshlutar

Ísland liggur á mótum tveggja úthafsplatna sem hreyfast sín til hvorrar áttar. Á mótum úthafsplatnanna er mikil gosvirkni. Hægt er að skipta landinu gróflega eftir aldri út frá myndunartíma þess og aldri berglaga. Eins og fram hefur komið er þó ekki hægt að alhæfa um hæfni jarðlaga til að leiða vatn eftir aldri þeirra en ákveðnar líkur eru fyrir hendi.

Austfirðir, Vestfirðir og hluti af Norðurlandi:

Þéttur, gamall berggrunnur, sumar sprungur eru þéttar og oft lítið vatnsmagn í þeim. Best getur verið að bora eftir vatni við þessar aðstæður nema þar sem vatn kemur upp á yfirborð milli berglaga eða úr sprungum. Grunnvatnsstraumar í berggrunninum eru smáir og lindir litlar, minni en 10 l/s. Laus jarðlög á yfirborði geta verið sæmilega vatnsgæf, eins og framhlaup (víða á Austurlandi), urðir upp til fjalla (víða á Norðurlandi) eða þykkan skriður. Vatn má einnig víða vinna með dælingu úr brunnnum eða borholum í þykkan áreyrar. Þó er hluti af Vestfjörðum með lekan berglagastafla. Þar finnast lindir með allt að 100 l/s.



1. Tertíer basaltsvæði (basaltsvæði)
2. Árkvartera basalt- og móbergsmýndanir
3. Síðkvartera móbergs- og grágrýtismýndanir
4. Dyngjur frá nútíma
5. Virkar megineldstöðvar
6. Sprungugosafylki

Mynd 3.4. Jarðfræði Íslands (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnarson 1985).

Norðausturland, Suðvesturland og hluti af Snæfellsnesi:

Á virka gosbeltinu og við jaðra þess eru jarðlög lekust og nánast afrennslislaus á yfirborði. Þarna hripar regnvatn niður í grunnvatnið og við jaðra gosbeltisins eru oft miklar lindir. Þarna er víða hægt að komast í lindir sem gefa nóg vatn, jafnvel yfir 1.000 l/s.

Dalirnir, Norðurland vestra, og Suðausturland:

Laus jarðlög liggja ofan á berggrunninum og jökulleir heldur oft uppi yfirborðsvatni. Þar eru mýrar og tjarnir algengar. Gæta þarf þess að lenda ekki í villuvatni þ.e vatni sem tengist ekki grunnvatni en liggur ofan á leirlagi. Á þessu svæði eru vatnsrík laus jarðlög mikilvæg s.s. áreyrar, aurkeilur, sandar og framhlaup.

Suðurland:

Mikið undirlendi þar sem laus jarðlög eru á yfirborði. Hraun eru sums staðar á yfirborði og víða grágrýti undir jarðvegi, misvel lek. Sprungur sem geta verið vatnsgæfar eru víða á Suðurlandi, margar tengdar Suðurlandsskjálftunum.

Tafla 3.1. Jarðfræðileg gerð vatnsbóla.

Jarðmyndun	Landshlutar	Landsvæði
Sprungusvæði	Suðvesturl, Naust	Rvík Heiðmörk, Kaldársel
Gjár	Suðvesturland,	Reykjanes, Þingvellir
Hraun	Suðurland	Þorlákshöfn
Grágrýti	Suðvesturland	Mosfellsbær
Bólstraberg	Snæfellsnes	Ólafsvík
Blágrýti	Vestf, Nv, Austl	Þingeyri
Áreyrar	Vestf, Nv, Austl	Neskaupstaður
Framhlaup	Austurland	Breiðdalsvík
Urðir upp til fjalla	Norðurland	Akureyri
Hreinsað yfirborðsvatn	Vestf, Nv, Aust	Seyðisfjörður

3.4. Flokkun linda¹⁷

Grunnvatn sem kemur upp úr uppsprettum er gott til neyslu. Misdjúpt er á grunnvatnið eftir lekt berglaga og grunnvatnsstöðu. Vatnið kemst upp á yfirborð eftir náttúrulegum leiðum, s.s. undan berglögum, upp um sprungur o.fl.. Þekkja má einkenni linda á umhverfinu, t.d. lækjum sem renna fram úr fjallshlíðum eða berglögum, dýi o.fl. Lindár eru algengar á þessum svæðum. Sjálfrennandi vatn er úr lindum og þarf því sjaldnast að dæla því. Nauðsynlegt er að gera brunna umhverfis lindarop til varnar dýrum og óæskilegum mengunarvöldum.

3.4.1. Lindir úr leku bergi

Algengastar á virku gosbeltunum, þ.e. á Reykjanesi, efri hluta Suðurlands og í Þingeyjarþingi. Jarðlögin eru úr ungum hraunum, blöðróttu basalti og bólstrabergi. Lindirnar eru oft við yfirborð en þaktar jarðvegi og setlögum. Vatnsmagn linda af þessu tagi er um 5-100 l/s, vatnasviðið er oft stórt og magn vatnsins stöðugt. Mengunarhætta er háð ytri aðstæðum.

3.4.2. Lindir úr vatnstregu bergi

Koma fyrir í gömlu bergi (tertíer) og þéttu móbergi. Þessar lindir eru algengar við lagmót berglaga eða við misfellur í móbergi. Vatnið kemur einnig úr sprungum upp á yfirborð. Vatnsmegin svona linda er sjaldan meira en 1 - 10 l/s og oft sveiflukennt eftir árstíðum. Vatnasviðið er oft lítið en ástand vatns stöðugt því vatnsrennslið er tregt. Mengunarhætta er lítil en háð aðstæðum.

¹⁷ Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson og Þórólfur H Hafstað. Samorka 2001

3.4.3. *Sprungulindir*

Finnast einkum á virku gosbeltunum en einnig geta smærri sprungulindir fundist nálægt jarðskjálftasvæðum gamla bergstaflans (tertíer) t.d. á Tröllaskaga. Sprungulindir koma einkum upp þar sem lægðir eða brattlendi skera sprunguskara. Lindir geta komið upp hátt í hliðum. Vatnasviðin eru misstór og sveiflur í vatnsmagni og ástandi vatns. Vatnsgæfni getur verið góð í sprungunum en vatnsforði er oft lítill. Vatnsmegin svona linda er oft á bilinu 1-100 l/s. Mengunarhætta getur verið mikil á sprungusvæðum því yfirborðsvatn á greiða leið niður í sprungur.

3.4.4. *Framhlaupalindir*

Framhlaup eru margvísleg að gerð s.s. berghrun, skriðuhlaup, skálarjöklalet, grjótjöklar, niðursigin set o.fl.. Framhlaupin hafa mismikla lekt, sumir hlutar þeirra eru þéttir en lekar rásir eru í mörgum framhlaupum. Vatnasviðin eru misstór og flytja einkum úrkomu á framhlaupin sjálf og leka úr bergi undir þeim. Sum framhlaup eru fleiri ferkílómetrar að flatarmáli og lindarennislið oft tugir l/s undan þeim. Vatnsmegin svona linda er oft 5-20 l/s en þær eru háðar tíðarfari. Framhlaup eru oft nokkuð gróin og síun góð í þéttari hlutum þeirra og þar er mengunarhætta ekki mikil. Þar sem síun er léleg er meiri mengunarhætta. Framhlaupalindir eru algengar á Austfjörðum.

3.4.5. *Dýjaveitur og jarðvegslindir*

Eru einkum á þéttu bergi gamla bergstaflans (tertíer, blágrýtisstaflanum). Þær eru oft í fjallsrótum en þó finnast dýjavætlur oft úr urðum hátt til fjalla. Vatnasviðin eru lítil og sveiflur í vatnsmagni miklar. Vatnsmegin svona linda er oft um 1-5 l/s. Dý og jarðvegslindir eru algengar í Dölunum, Vestfjörðum, Norðurlandi vestra, Suðausturlandi og víðar. Mengunarvörn er sæmileg í þykkum jarðvegi en gæta þarf að jarðvegsmengun (jarðvegsbakteríur, mýrarrauði o.fl.).

3.4.6. *Áreyrarlindir*

Eru oftast á hallandi aursvuntum og áreyrum. Vatnsgæfar áreyrar eru einkum við dragár því áreyrar eru oft litlar við lindár og fínsandríkar við jökulvötn. Því eru þær algengastar á gamla bergstaflanum (tertíer, blágrýtisstaflanum). Vatnasviðið er oft lítið en írennsli frá fallvötnunum heldur oft uppi vatni í þeim. Miklar sveiflur eru í vatnsmagni en vatnsmegin svona linda er oft um 1-10 l/s. Veruleg hætta er á mengun, einkum í ógrónum lindum.

4. VATNSLEIT OG VATNSVERND

Að mörgu er að huga þegar velja skal gott vatnsból. Kunnugir þekkja oft staði þar sem vatn kemur upp á yfirborð jafnvel í frostum. Annars staðar er lítið um vatn og ekkert í umhverfinu sem bendir á góða lind. Staðsetning á landinu segir heilmikið um möguleika á að finna vatn.

4.1. Vatnsleit

Algengt er að vatnsból þrjóti eða neytendum fjölgi þannig að þörf á neysluvatni aukist. Kröfur um gott neysluvatn hafa einnig breyst þannig að gott neysluvatn er orðið mikilvægara og sjálfsagðara nú en áður. Þegar virkja á nýtt vatnsból eða endurnýja gamalt þarf að gera forkönnun og yfirlitsrannsóknir á vatnstökusvæðinu. Skilgreina þarf hvort hægt sé að ná í lindarvatn eða hvort eingöngu sé um yfirborðsvatn að ræða.

Lindarvatn er besta vatnið til neyslu. Hægt er að ná í yfirborðsvatn við ár og stöðuvötn en þá þarf að grípa til varúðarráðstafana til að hreinsa vatnið s.s. klórunar eða geislunar. Þar sem erfitt er að fá gott vatn getur besta lausnin verið að bora eftir því. Borun er sífellt að verða ódýrari og er raunhæfur kostur bæði fyrir stærri veitur og einkaveitur.

4.2. Forkönnun og yfirlitsrannsóknir

Við vatnsleit þarf að gera ákveðnar forkannanir varðandi vatnafar og vatnshag, vatnajarðfræði vatnstökusvæðis og vatnasvið auk líklegra vatnsgæða og mengunarvalda. Mikið af þessum athugunum geta heimamenn gert sjálfir, einkum í samráði við sérfræðinga.

Hitastigmælingar: Nota skal hitamæla með skala frá 0 30°C. Hitastig gefur vísbendingu um neysluhæfi vatnsins.

Rafleiðnimælingar: Hægt er að mæla rafleiðni með sérstökum rafleiðnimæli. Rafleiðni, mæld í $\mu\text{S}/\text{cm}$, segir til um heildarmagn uppleystra jóna. Rafleiðnimælingar gefa vísbendingar um efnainnihald vatnsins. Rafleiðni yfir $150\mu\text{S}/\text{cm}$ bendir yfirleitt til mýravatns eða jarðhita, leiðni undir $30\mu\text{S}/\text{cm}$ bendir til regnvatns eða snjóbráðarvatns sem lítil tengsl hefur við berg eða grunnvatn. Efnilegt neysluvatn hefur yfirleitt leiðni á bilinu $40\text{-}120\mu\text{S}/\text{cm}$.

Sýrustigmælingar: Sýrustig (pH) er háð vatnajarðfræðilegum aðstæðum. Skyndileg breyting á pH gildi neysluvatns getur verið vísbending um að það hafi mengast¹⁸.

Í sprungulindum: pH er oft hátt, 9-10. Það bendir til þess að vatnið sé súrefnissnautt.

Úr opnum veitum: pH er oft um 7,5-8,5

Í yfirborðsvatni: pH er um 7,5.

Í mýrlendi: pH er um 6-7.

Vatn í mýrarjarðvegi: Er með mjög lágt pH gildi (mjög súrt) um 4,5.

Þannig getur pH gildi gefið ákveðnar vísbendingar um hvaðan vatnið er, að minnsta kosti gefið til kynna að vatnið sé ekki gott til neyslu.

¹⁸ Samorka Vatnsveituhandbók Samorku 2001, 7. kafli. Pétur Kristjánsson

Til samanburðar má nefna að kóladykkir eru með pH gildi á bilinu 2-2,5, en sjór og mannsblóð pH 7,9. Vatn með sýrustig langt undir 7 er varhugavert og því fylgir oft mikil tæring eða útfellingar í veiturörum og tækjum. Sýrustig yfir pH 9 er talið geta valdið húðþurrki í viðkvæmum húðgerðum¹⁹

Erlendis hefur kalk verið notað til að hækka pH gildi og CO₂ til að lækka það. Hérlandis er nokkuð algengt að pH gildi fari yfir 9.

Efnainnihald: Mikilvægt er að láta gera efnarannsóknir á vatninu áður en farið er í framkvæmdir. Vatnsveitur fyrir færri en 50 notendur láta yfirleitt kanna klór- (Cl), súrefnis- (O₂) og koldíoxíðinnihald (CO₂) einnig er sýrustig (pH)leiðni og grugg mælt. Þar sem mikil áburðarnotkun er þarf að mæla ammoníak (NH₄). Meta þarf lykt og bragð vatnsins. Á vefnum www.lagnaival.is er hægt að sjá efnainnihald neysluvatns ýmissa stærri vatnsveitna.

4.3. Opin vatnsból

Berggrunnur er þéttur og hleypir yfirborðsvatni ekki auðveldlega niður. Því getur verið erfitt að ná í lindarvatn. Þar eru áreyrar algengar og aurkeilur í fjalllendi. Í Noregi er um 80% neysluvatns hreinsað yfirborðsvatn²⁰. Þar er berggrunnurinn gamall og þéttur og lítið regnvatn hripar í gegn. Á yngri svæðum á Íslandi þar sem hraunlög eru ung hripar yfirborðsvatnið niður og fallvatnanetið er gisnara og stöðuvötn eru sjaldgæf.

Vatnstaka úr stöðuvötnum

Í stöðuvötnum er best að hlaða upp brunna út í vatninu eða við vatnsbakkann. Dælubrunnur er settur í miðju þar sem dælu er komið fyrir og hægt er að komast að til hreinsunar.

4.3.2. Vatnstaka úr ám

Svipar mjög til vatnstöku í stöðuvötnum en straumþungi, aurburður og ísrek er mun öflugra í ám. Því þarf að hafa brunnana traustari.

Sjá nánari lýsingar í kafla um gerð brunna

4.4. Borholur

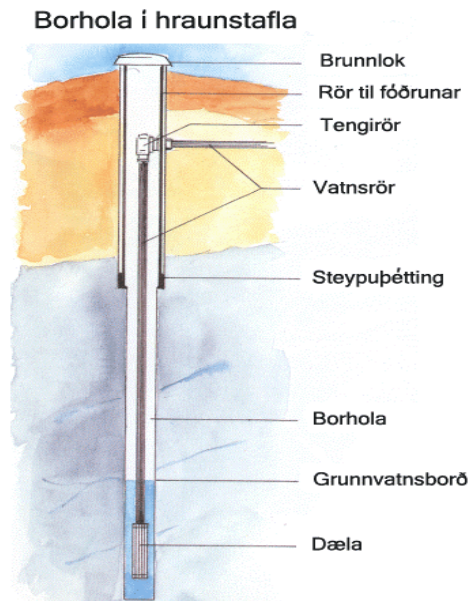
Vatnsöflun með borholum er sífellt að verða ódýrari kostur, en slík mannvirki úreldast með tímanum. En eftir því sem meira er vandað til hönnunar og verkgerðar því lengur endist borholan. Skipta má gerð borhola í þrjá meginhluta

- ◆ Borhola og það sem henni tengist s.s. sandsíur, síurör.
- ◆ Borholuhús ásamt jarðvegi sem liggur að því
- ◆ Vélbúnaður, mælir og stjórnþæki mannvirkisins.

¹⁹ Hilmar Sigurðsson Samorka 2001

²⁰ Ingólfur Gissurarson munnlegar heimildir júní 2002.

Brunnhaus er til að borholan og það sem í henni er haldist óspillt. Brunnrör samanstandur af síurörum og rörum sem ekki eru götuð, oft nefnd blindrör eða heilar fóðringar. Þau eru neðst í borholunni, við dæluna og efst í holunni. Brunnrör má ekki verða fyrir álagi (þrýstikröftum) frá efri hluta mannvirkisins, dælum eða rörum. Lásarör er sett efst í borholuna þar sem hætta er á raski jarðvegs. Það kemur í veg fyrir að yfirborðsvatn renni í borholuna. Meta þarf eftir aðstæðum og fjölda neytenda hvort þörf sé á borholuhúsi, en það þarf að vera manngengt.



Mynd 4.1 Brunnur í virkjaðri borholu.

4.5. Vatnsvernd

Mikilvægt er að skilgreina vatnsverndarsvæði við vatnsból, bæði hjá einkaveitum og stærri veitum. Skilgreiningar á vatnsverndarsvæðum er að finna í reglugerð nr. 533/2001 um breytingu á reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Vatnsverndarsvæði er skipt í þrjú svæði; brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði.

Brunnsvæði: Girða skal minnst 5 m í kringum vatnsbólin til að varna því að óhreinindi komist niður í neysluvatnið. En taka þarf mið af hverju vatnsbóli þegar tekin er ákvörðun um stærð brunnsvæðis. Þarna er verið að verja landið fyrir mengun af völdum húsdýra og umgengni manna. Brunnsvæði umlykur athafnasvæði vatnsbólsins og líkleg niðurlekasvæði. T.d. getur verið stutt niður á rennsli neysluvatnsins niður aurskriðu og því þarf að girða lengra í átt að rennslisstefnu grunnvatnsins til að varna mengun af völdum yfirborðsvatns. Umlykja þarf allt söfnunarsvæðið ef það er mjög lekt.

Grannsvæði: Við ákvörðun grannsvæðis þarf að skilgreina jarðvegspækju svæðisins og grunnvatnsstraum sem stefnir að vatnsbólinu. Því lengur sem grunnvatnið er að renna að

vatnsbólínu þeim mun betri verður hreinsun vatnsins. Grannsvæðið nær til aðrenslissvæðis vatnsbólsins. T.d. hliðin fyrir ofan vatnsbólið, misvel gróna áreyri sem leggur vatnsbóli til vatn o.fl. Huga þarf vel að mengunarhættu á grannsvæðinu s.s. áburðarnotkun, húsdýraáburði, fyrri tíma urðun sorps, hræja, véla eða byggingarúrgangs, staðsetningu rotþróa og mörgu fleiru. Takmarka þarf nýtingu á grannsvæðum t.d. koma í veg fyrir geymslu og nýtingu á efnum sem mengað geta vatnsbólið, nýbyggingar og nýlagningu vega ef kostur er. Húsdýrahald og gamlar byggingar sem ekki eru mengunarvaldar eru leyfðar á svæðinu svo fremi að hreinsunarmáttur þess sé nógur.

Fjarsvæði: Fjarsvæði er utan grannsvæðis og nýtur almennt minni verndar. Fjarsvæði getur verið allt vatnasvæði vatnsbólsins eða hluti þess. Vatnasvæði hvers vatnsbóls er fundið út þannig að allt land sem hallar í átt að vatnsbólínu tilheyrir vatnasvæði þess. Grunnvatnaskil í vel leku landi falla ekki alltaf saman við vatnaskil á yfirborði og getur þá þurft að afmarka þau sérstaklega en til þess þarf að öðru jöfnu sérfræðipækkingu. Þar sem vatnsból liggur í áreyri þarf að vernda ána sérstaklega því hún gefur eyrinni vatnið sem nýtt er í vatnsbólið. Verndin fellst í að beita ströngustu skilyrðum sem gilda í mengunarvörnum til viðhalds náttúrulegu ástandi vatns. Hefðbundin búskapur á ekki að þurfa að ógna vatnsbóli ef ákvæðum heilbrigðis- og mengunarvarnarreglugerða er fullnægt á svæðinu og fylgt er reglum um góða búskaparhætti.

Tafla 4.1. Vatnsverndarsvæði á Íslandi og ýmsum nágrannalöndum ²¹.

Land	Brunnsvæði	Grannsvæði	Fjarsvæði	Öryggissvæði
Ísland	A.m.k. 5 m geisli	Háð jarðfræðilegum og umhverfislegum aðstæðum	Háð aðstæðum	
Danmörk	U.þ.b. 10 m geisli	300 m geisli	Skv. skipulagi	
Finland	10-30 m geisli	50 daga rennslisvegalengd	Allt vatnasviðið	
Noregur	10-30 m geisli	60 daga rennslisvegalengd	Háð aðstæðum	Staðir á vatnasviði sem gætu orðið fyrir mengun
Svíþjóð	10x10-30x30 m ²	60-100 daga rennslisvegalengd	Allt vatnasviðið eða 1 árs rennslisvegalengd	
Þýskaland	Am.k. 10 m geisli neðan við vatnsból en 20-30 m geisli þar sem grunnvatn streymir að	50 daga rennslisvegalengd	Allt vatnasviðið	

²¹ Hafsteinn Helgason, hluti I: Gott vatn er verðmæti og grunnur búsetu, þróun menningar og atvinnu. Vatn 2001. Heilbrigðiseftirlit Suðurlands.

4.6. Mengun og mengunarvarnir

Grugg í neysluvatni bendir til þess að síun sé ekki nægileg þannig að yfirborðsvatn kemst að. Gruggi fylgir oft örverumengun. Íslenskt grunnvatn er lyktarlaust nema þar sem járn er verulegt í vatninu. Mýrrauði leynir sér ekki, hann litar fatnað og leirtau sé hann í neysluvatninu.

Efnainnihald íslensks vatns er yfirleitt langt undir leyfilegum hámarksgildum og kallast það mjúkt vatn. Jarðalkalímálmarnir kalsíum og magnesíum gefa vatninu hörku en styrkur þeirra er lítill í íslensku vatni (kalsíum um 2-10 mg/l en magnesíum 1-5 mg/l). Harka vatns er mæld í þýskri hörkugráðu (°dH) sem samsvarar 7 mg/l af kalsíum og 4½ mg/l af magnesíum. Íslenskt neysluvatn hefur aðeins um ½ -2 ½ °dH. Klóríðstyrkur er víðast á bilinu 3-15 mg /l í stærri vatnsveitum á Íslandi en leyfilegur hámarksstyrkur er 250 mg /l²².

Járn hefur verið algengt vandamál í vatnsveitum á Íslandi sérstaklega í sveitum þar sem djúgvatn er notað eða vatn af mýrlendum svæðum. Járnstyrkur má ekki fara yfir 0,2-0,3 mg/l, þá fara að myndast ryðrauðar útfellingar og málmbragð fer að finnast af vatninu. Járn er oftast í súru vatni, þ.e. pH er lægra en 6,5. Oft er nóg að lofta vatnið. Þar sem þetta vandamál er þarf loftrör að ná niður í vatnið og annað rétt niður í brunninn eða vatnsgeyminn til að auka súrefnið ofan vatnsborðs. Kjallari þarf að vera í vatnsbólunni fyrir járnoxíðið að falla út. Hreinsa þarf gruggið reglulega.

Áburðarefni eru algeng á þéttbýlum svæðum, og er nítrat bendiefni þeirra. Náttúrulegur styrkur nitrats í grunnvatni virðist á bilinu 0,05- 0,5 mg/l. Leyfilegur hámarksstyrkur er 50 mg/l. Hér á landi er hár nítratstyrkur vísbending um mengun af völdum húsdýra eða áburðar en búast má við að nítratstyrkur aukist með auknu þéttbýli. Árstíðasveiflur eru í nitrati því lífverur binda það á sumrin en losa á haustin.

Úrkomumengun er ekki mikil hér á landi. Suðaustanátt getur valdið hækkun á súlfatstyrk vegna súrs regns frá Evrópu. Mengun af völdum eldgosa er staðbundin og getur verið alvarleg.

Yfirborðsmengun af völdum örvera getur verið mikil. Jarðvegsbakteríur, dýrahæ, fuglahæ, dýraskítur, fugladrit og sorpefnaburður fugla frá sorpurðun eru uppspretta mengunar af völdum örvera, veira, eiturefna og annarra þátta. Örverumengun magnast í hitum og er því algengari að sumri.

Neðanjarðarmengun getur verið frá jarðhita og sjó.

Mengun frá mannabyggð er alvarlegust af völdum fráveitna og rotþróa.

Frístundabyggðir geta verið vandamál því stöðugt meiri sókn er í að staðsetja þær á vatnsverndarsvæðum.

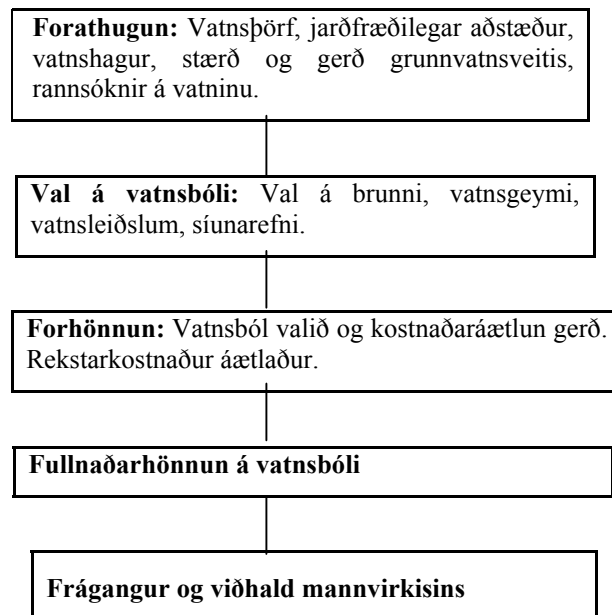
Mengun frá umferð er oftast staðbundin en getur verið alvarleg. Þar má nefna slys vegna olíu- og efnaflutninga. Útblástur bifreiða er vaxandi vandamál í þéttbýli á Íslandi.

Mengun frá atvinnurekstri er stærst í sniðum og má telja þar mörg fyrirtæki s.s. stóriðjur, olíustöðvar, loðdýrabú, fiskeldi, sláturhús, fiskiðju og mjólkurbú. Mikilvægt er að gengið sé vel frá undirstöðum og farið að fullu að lögboðnum fyrirmælum um mengunarvarnir.

²² Samorka 2001, Vatnsveituhandbók, 4 kafli. Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað.

5. HÖNNUN VATNSBÓLA

Vegna aukinna krafna um gæði neysluvatns hjá matvælaframleiðendum þurfa mjólkurframleiðendur, útgerðir smábáta og fleiri að koma sér upp eða endurnýja vatnsból sín. Hér á eftir fara upplýsingar um þau atriði sem mikilvægt er að hafa í huga áður en farið er í framkvæmdir.



Mynd 5.1 Ferlisgraf fyrir virkjun vatnsbóla.

5.1. Forathugun

Áður en farið er af stað í vatnsleit þarf að finna:

- Hámarks vatnsþörf á ári
- Hámarks vatnsþörf á dag
- Vatnsgæfni veitisins
- Stærð og gerð vatnsbólsins

Huga þarf að:

- Gerð bergstaflans
- Líkum á góðu vatni

Vatnajarðfræði hvers svæðis gefur nákvæmstu mynd af vatnsgæfni þess sem fer ekki alltaf saman við aldur jarðlaga. Vitneskja þarf að liggja fyrir um úrkomu, stærð og gerð

veitis, rennsli o.fl. Oft þekkjá heimamenn landið vel og hafa ágætar hugmyndir um hvar gott vatn er að fá. Þá þarf að huga vel að aðstæðum við veitinn (kafla 2 og 3).

Mikilvæg atriði við forathugun

1. Vatnabúskapur s.s. úrkoma og snjóalög
2. Stærð grunnvatnssvæðisins
3. Stærð og gerð veitisins
4. Geymd og lekt veitis

Hægt er að fá ábendingar hjá Orkustofnun, en þar er búið að rannsaka vatnajarðfræði mikils hluta landsins. Staðbundnar upplýsingar eru ekki alltaf titækar (sjá kafla 3.3).

1. **Vatnabúskapur.** Upplýsingar um hvernig úrkoma dreifist milli mánaða og ára, hvort úrkoma er tíð eða þurrkar algengir liggja ekki á lausu. Best getur verið að finna þær hjá fólki sem búið hefur lengi á staðnum eða er þaulkunnugt svæðinu. Það getur munað eftir miklum sveiflum í veðurfari s.s. snjóavetrum, frostavetrum, þurrkatíð, sólríkum eða rigningasömum sumrum o.fl.. Snjóalög gæti það þekkt og hvernig snjórinn leggst mismunandi eftir áttum. Veðurstofan eða Orkustofnun hafa upplýsingar sem byggja á mælingum veðurathugunarstöðva en mikið vantar á að það net sé nægilega þétt.
2. **Stærð grunnvatnsgeymisins:** Til að sjá hvaða svæði safna regnvatni þarf að hafa gott landakort af svæðinu og skoða söfnunarsvæði árfarvega. Vatnasvæðið gefur hugmynd um stærð grunnvatnsgeymisins. Stök fjöll, fjallgarðar, hæðir og ásar eru söfnunarsvæði fyrir grunnvatnsgeymi.
3. **Stærð og gerð veitis:** Jarðlög hafa mismikla útbreiðslu og þykkt. Eftir því sem vatnsþörfin er meiri þeim mun mikilvægara er að þekkjá stærð veitisins.
4. **Geymd og lekt veitis:** Jarðlögin sem mynda grunnvatnsgeyminn leiða vatn mismikið. Vatnsleiðnin er háð gerð veitisins og virku gropi. Svæði þar sem mikil úrkoma og lek berg fara saman eru ávísun á auðvelda vatnsöflun. En svæði þar sem berg er þétt og úrkoma lítil vísa á erfiðleika í vatnsöflun. Þetta er þó ekki algilt.

5.2. Val á vatnsbóli

Þegar upplýsingar úr forathugun liggja fyrir þ.e. upplýsingar um veitinn, lekt og grunnvatnsgeymi, þarf að huga að gerð mannvirkisins s.s. lokað eða opið vatnsból, staðsetningu þess ofan lindar, í áreyrum, mýri, við stöðuvatn. Staðsetning vatnsbólsins segir til um lengd dreifikerfisins. Athuga þarf hvort hægt er að fara stystu leið með lögnina eða hvort taka þarf krók. Orðtakið betri er krókur en kelda getur átt vel við. Þá þarf að athuga gerð síuefnis, frágang uppgraftar o.fl.

5.2.1. Vatnsbólsva og gerð vatnsbóls.

Mikilvæg atriði sem þarf að huga að:

Opið eða lokað vatnsból: Á þessu stigi eru komnar upplýsingar um hvort hægt er að komast að lind eða grunnvatni, þ.e. hvort hægt er að bora eða gera brunn. Ef hvorugt er hægt þarf að hreinsa yfirborðsvatn

Lokað vatnsból: Kröfur til vatnsbóla eru svipaðar en þó má segja að hvert og eitt vatnsból hafi sín sérkenni sem taka þarf tillit til við hönnun þeirra²³ (Myndir 5.1,2,3).

Opið vatnsból: Ákveða þarf hvort grafa eigi brunn ofan í stöðuvatns- eða árbotn eða við stöðuvatns- eða árbakka. Vatnsbólið er hannað að mestu leyti eins og lokað vatnsból nema huga þarf að hreinsun vatnsins. Hægt er að hreinsa vatnið með síun, bæði sand- og malarsíun en nauðsynlegt er að klóra eða flúorlýsa vatnið til að gerildegja það algerlega.

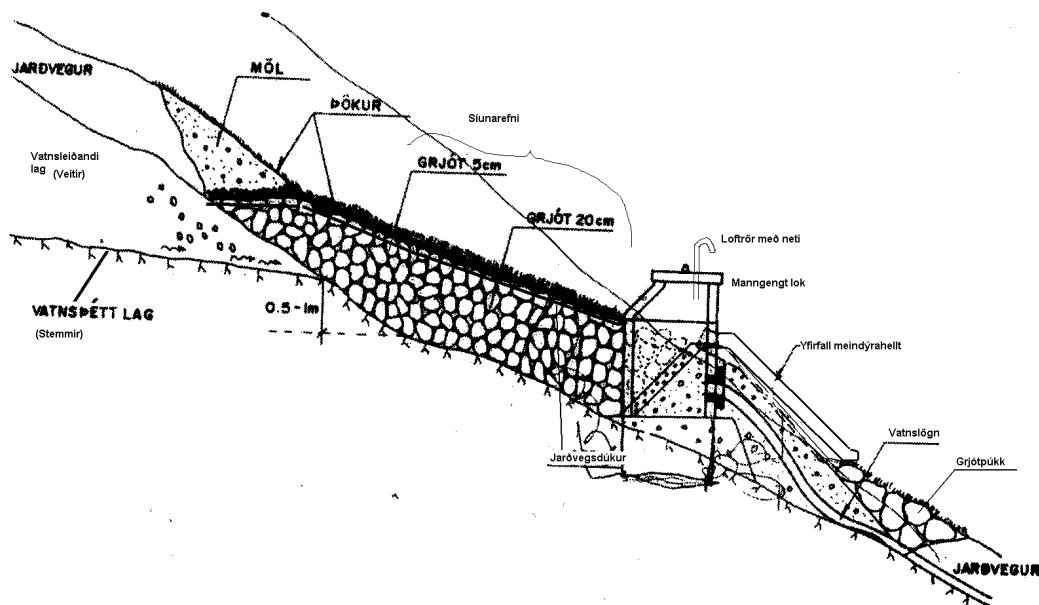
Brunnur eða borhola: Ýmsir þættir geta valdið því að æskilegra sé að bora eftir vatni, oftast skortur á lindarvatni eða aðgengi að grunnvatni. Ef margir eru um vatnsból getur borhola verið góð lausn. Borholur og vatnsból eiga margt sameiginlegt hvað varðar frágang við vatnsveitinn (sjá kafla 2.3).

Almenn lýsing á brunnum. Brunnar eru notaðir þar sem vatn er tekið úr lindum eða yfirborðsjarðlögum á litlu dýpi. Hægt er að nota rör úr plasti, steypu eða öðru efni. Rörið er gatað á því lengdabili sem menn vilja að vatnið streymi inn í það. Efsti hluti rörsins er ógataður til að halda yfirborðsvatni frá. Þar sem við á er neðsti hlutinn einnig ógataður þannig að þar myndast kjallari þar sem hugsanlegt grugg getur sest fyrir. Ef sjálfrennsli er úr brunnum þarf úttakið að vera neðarlega eða á mörkum kjallara og gataða hluta hans. Ef dæla er í brunnum er best að hafa hana neðarlega og úttakið fyrir ofan dæluna. Grafið er fyrir brunnum og hann settur lóðrétt í gryfjuna. Best er að setja fremur fina sigtismöl niður næst brunnum, um 0,5 – 1,0 m þykkt lag. Utan með mölinni skal setja jafn þykkt lag af grófari mól en upphaflegt efni má fara yst og efst. Oftast er nauðsynlegt að setja jarðvegsdúk á milli síuefnisins og grannefnisins til að hindra mengun af völdum yfirborðsefna og stíflun í síu. Hylja skal brunnum með sams konar jarðvegi og er í umhverfinu og skilja eftir vatnshalla frá honum. Yfirborðsvatn má ekki renna að. Æskilegt er að fjarlægja mold og jarðveg sem ekki nýtist í kringum brunnum.

Landslag við vatnsból: Þegar setja skal niður vatnsból kallar landslag á mismunandi aðbúnað og frágang við þau.

Vatnsból í hallandi landi kalla á sérstaka aðgæslu vegna jarðskriðs eða jarðsigs. Gæta þarf sérstaklega að því að yfirborðsvatn ofan fjallshlíðar komist ekki í neysluvatnið, frágröftur þarf að vera meiri ofan brunnsins og síuefni, mól og/eða sandur, neðarlega við brunn með halla upp á við. Yfir síuefnið er settur dökkur jarðvegsdúkur eða leirlag þar sem við á áður en yfirborðsefni er sett yfir. Vatnshalli þarf að vera frá brunni og grafa skal V laga skurð ofan hans til að leiða yfirborðsvatn frá. Mikilvægt er að skilja við vatnsból með sama yfirborðsefni og er í kring.

²³ Þórólfur H. Hafstað Rás 1 29. ágúst 2002.



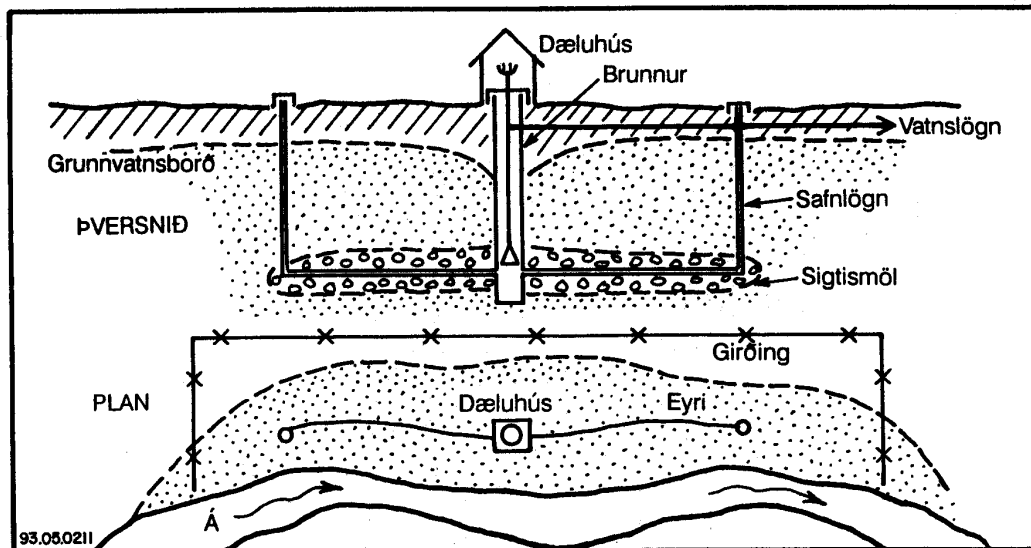
Mynd 5. 1. Góður frágangur á vatnsbóli.

Ef vatnsból er meira en 40–50 m yfir krana þarf vatnsgeymi í um 20-40 m hæð því þrýstingur á dreifikerfið og blöndunartæki verður of mikill. *Vatnsból á sléttlendi* kalla á sérstaka aðgæslu á rennslis hraða vatns í vatnsgeymi. Yfirborðsvatn má ekki liggja að brunni eða vatnsbóli. Síunarefni þarf að vera nokkuð jafnt kringum brunni en þó sýnu meira við lindarop eða rennslisstefnu grunnvatnsins. Setja þarf þekjandi lag yfir síuefnið, þ.e. jarðvegsdúk eða leirlag, áður en yfirborðsefni er sett yfir. Ef neytendur eru ofan við vatnsból þarf dælu. Ýmsar gerðir af dælum eru á markaði (sjá kafla 6.5). Huga þarf vel að vatnsvernd og mengunarhættu.

Vatnsból í áreyrum, jökulurð, hraunum eða öðrum grófum malargerðum kalla á sérstaka aðgæslu vegna hugsanlegrar yfirborðsmengunar því yfirborðsvatn hripar auðveldlega niður í grunnvatnið.

Safnlagnir eru oft notaðar þar sem vatn er tekið úr áreyrum. Ármölin er oft þunn og vatnsmagnið oft lítið og þá er vandinn leystur með því að hafa brunna fleiri eða koma fyrir safnlögnum sem safna vatni í einn brunni. Einnig er hægt að tengja saman tvo brunna með einni safnlögn. Þessi lausn er oft notuð þar sem þörf er á auknu neysluvatni²⁴. Mikilvægt er að gæta þess að síunarvirkni áreyrarinnar sé nægjanleg. Ef svo er ekki þarf að bæta við síun með því að leiða vatnið um sandsíu sem er þá staðsett nálægt brunni eða tilheyrir honum.

²⁴ Óttar Geirsson munnlegar heimildir maí 2002.



Mynd 5. 2. Safnlagnir. Árni Hjartarson Vatnsveitur og vatnsból 1994.

5.2. 2. Síur

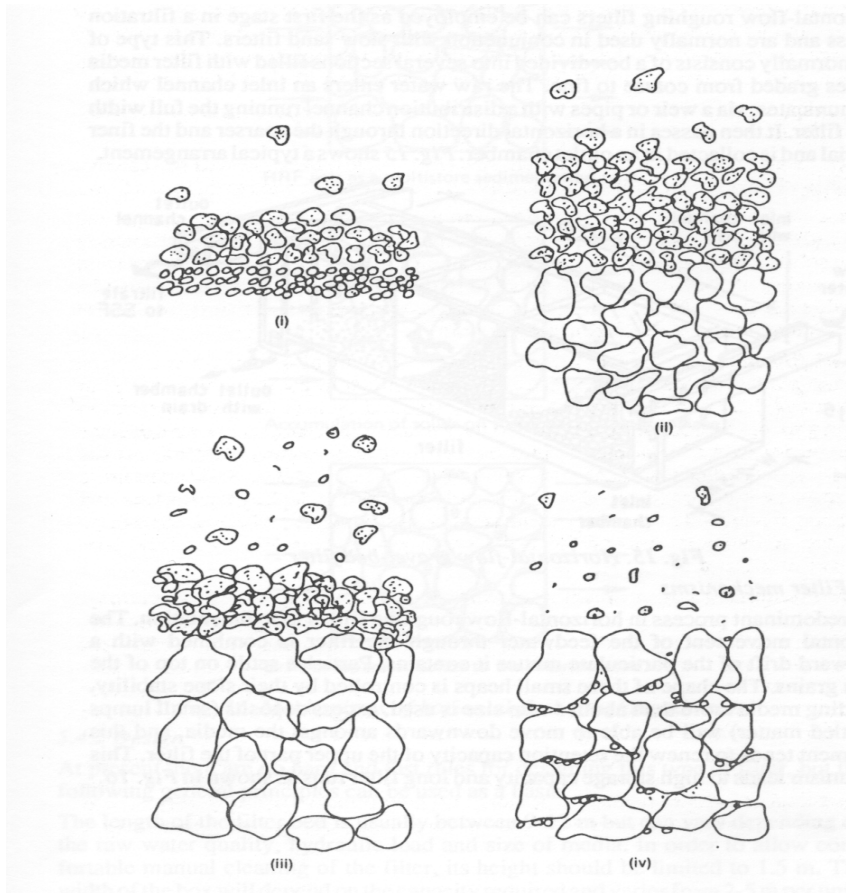
Brunna þarf að grafa niður í jarðveginn eins og kostur er og umhverfis þá þarf að setja síur úr mól. Mikilvægt er að kornastærð síunnar sé sem einsleitust. Best er að nota sjávarmól og fjörusand þar sem síun þarf að vera góð.

Því stærrí sem kornin eru því stærra er holrýmið milli þeirra. Eftir því sem kornastærðardreifingin er meiri þeim mun minni lekt er í síuefninu. Því færri gerðir jarðefna í jarðlagi þeim mun betur nýtist það sem síunarefni.

Tafla 5. 1. Æskileg blöndun kornarstærða í lausum jarðlögum.

	Sandeyrar	Ármól	Aurkeilur	Fjörusand- ur	Sjávarmól	Jökulurð
Korna- stærð	leir silt sandur mól	sandur, mól	sandur, mól	sandur	silt (ekki alltaf), sandur, mól	leir, silt sandur mól grjót
Blöndun	lagskipt	lagskipt ar linsur	mikil blöndun	einsleit	lagskipt	mikil blöndun

Eftir því sem kornastærðardreifingin er meiri, s.s. silt, sandur og mól, því meiri verður þökkunin (þjöppunin) og síunarefnið þéttist og stíflast með tímanum.



- (i) Góð síun, kornastærð er einsleit og lagskipt.
- (ii) Síun ágæt en kornastærðarmunur milli flokka full mikill.
- (iii) Síun slæm því kornastærðarmunur flokkanna er of mikill.
- (iv) Síun ónothæf, minni kornin munu fara milli stærri kornanna og stífla síunarefnið með tímanum. Sían mun pakkast.

Mynd 5.3. Síun úr lagskiptu jarðefni.

Á þessu sést að æskilegast er að kaupa sigtað efni til síunar, hafa síunarefnið tvenns konar t.d. möl og grófa möl eða grófan sand og möl og hafa síunarefnið lagskipt með finna efnið nær brunnum og það grófara utar. Eftir því sem efnið er finna því betur síar það óhreinindi frá. Sandsía virkar betur en malarsía. Einnig er hægt að nota ármöl og sjávarmöl jafnvel aurkeilur og jökulurð með því að skola fína efnið burt. Auðvelt er að nota haugsugu til verksins. Landeigendum er heimil án leyfis minni háttar efnistaka til eigin nota nema um sé að ræða landslagsgerðir sem njóta verndar sbr. 47. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.

5.3. Forhönnun

5.3.1 Val á tegund brunna og vatnsgeyma

Á undanförunum árum hafa ýmis byggingarefni verið notuð í brunna og vatnsmiðla. Má þar nefna timbur, steinsteypu, málmblöndur, hleðslur o.fl.. Þá hafa sérhannaðir plasttankar orðið algengari.

Tafla 5.2. Efnisgerð brunna og vatnsgeyma

Timbur	Var mikið notað, ágætt undir vatnsborði en ofan vatnsborðs er hætta á vexti sveppa og gróðurs. Timbur krefst mikils viðhalds. Ágætt er að klæða timbrið með blikki.
Steinsteypa	Forsteypt rör hafa mikið verið notuð í brunna en einnig steyptir vatnsgeymar.
Málmblöndur	Ýmsir tankar og tunnur hafa verið notaðir sem brunnar og vatnsgeymar. Gæta þarf að tæringu ef vatnið hefur lágt pH gildi.
Grjóthleðslur	Góðar grjóthleðslur hafa reynst ágætlega.
Plast	Mismunandi plastefni eru á markaðnum. Hollustuvernd ríkisins þarf að samþykkja notkun plastefnis

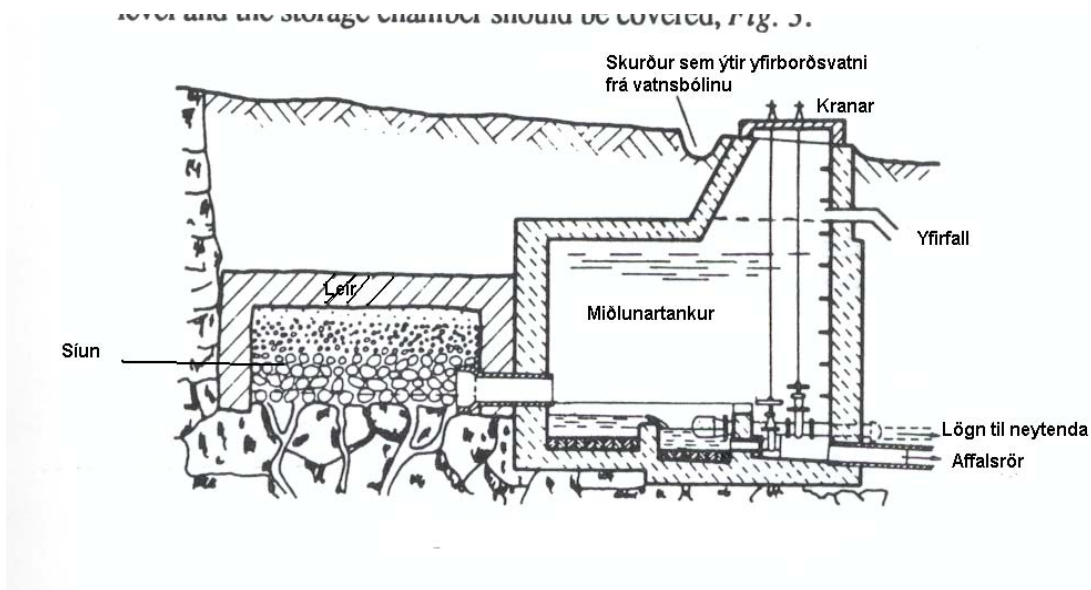
5.3.2 Nauðsynlegur búnaður brunna og vatnsgeyma.

Brunnur er minni og einfaldari að gerð en vatnsgeymir. Brunnur er rör sem sett er yfir eða niður í veiti. Á rörinu eru op að neðanverðu sem snúa að vatnsgjafa. Allir brunnar og vatnsgeymar þurfa að hafa manngengt op og loftrör ofan á. Lokið þarf að vera vel greypt. Loftrör þurfa að vera skordýraheld og snúa niður þannig að ljós skíni ekki niður í brunninn. Loftun er mikilvæg til að súrefni nái að blandast vatninu. Ef mikið járn er í vatninu getur verið lausn að hafa loftrörin tvö þannig að annað nái niður í skálina neðst og hitt sé ofan yfirfallsrörs. Járníð oxast og botnfellur. Yfirfallsrör þarf að vera ofarlega í brunni og miðlunartanki til að taka við toppum í vatnsbúskap veitisins eða lindarinnar. Gerð og stærð brunnsins og miðlunartanks er háð veiti og hámarksvatnspörf.

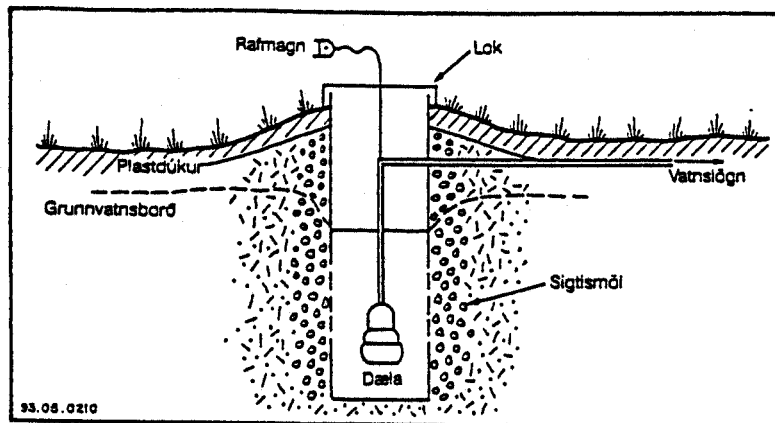
Samantekt

1. Brunnur þarf að vera lokaður með mannopi.
2. Á lokinu þarf að vera dýra- og skordýrahelt loftrör. Op rörsins þarf að snúa niður þannig að sól eða regn komist ekki niður í brunninn. Loftrörið er til að jafna þrýsting í brunninum við mikla vatnsnotkun. Ef það er ekki gert er hætta á að tankurinn sigi saman og brotni.
3. Ofarlega á tankinum þarf að vera yfirfallsop þannig að brunnur fyllist ekki þegar vatnsnotkun er lítil eða vatnsgjafi mikill (grunnvatnsborð hátt).

Við gerð vatnsbóla er misjafnt hve djúpt þarf að grafa eða bora til að komast í grunnvatn. Á svæðum sem eru þétt fylgir grunnvatnsborðið oft yfirborði landsins og þar er fremur grunnt á grunnvatnið. Á hinum yngri og lekari svæðum landsins vikir grunnvatnsborð mun meira frá landslagi og sum staðar er það nánast óháð því²⁵.



Mynd 5.4. Dæmi um frágang við virkjun linda, brunnur er mótaður úr leir og V laga skurður ofan við vatnsgeymi.



Mynd 5.5. Brunnur sem grafinn er í gróna eyri²⁶.

Þegar búið er að velja brunnsvæði og ákveða hvernig hönnunin þarf að vera þarf að velja tæki til að grafa vatnsbólið. Víða er erfitt að komast að lindinni og huga þarf að því að hafa tæki sem léttust og ganga vel um landið. Flytja þarf síunarefni að lind og uppgröft

²⁵ Árni Hjartarson Vatnsveitur og vatnsból, samantekt um vatnsveitumál. Reykjavík 1994

²⁶ Árni Hjartarson; Vatnsveitur og vatnsból, samantekt um vatnsveitumál. Reykjavík 1994

frá lind. Þegar setja skal niður brunna er mikilvægt að gæta vel að skriðgetu efnisins sem brunnur mun standa í. Hrungjarnt lag getur steipt niður þykkum malarstafla. Sandrík mól er algengt vatnsleiðandi jarðlag sem skriður auðveldlega í vatni. Við 25-30° halla þarf hlutfall milli dýptar og þvermáls að vera í hlutföllunum 1:4 sem þýðir töluverðan uppgröft. Nauðsynlegt er að grafa það stóra holu að síunarefni utan um brunninn sé minnst 1 m. Sérstaklega þarf að huga að síunarefni við lindaropið²⁷.

5.4. Frágangur og viðhald vatnsbóla

Virkjun vatnsbóls byggir á því að koma fyrir brunni og vatnsgeymi þar sem þörf er auk nauðsynlegs síunarefnis. Jafnframt þarf að ganga þannig frá mannvirkinu að gæði vatns rýrni ekki. Mikilvægt er að frágangur sé góður og slíkt næst einungis með vönduðum vinnubrögðum og ströngu eftirliti.²⁸

Huga þarf að því að fjarlægja efnið sem kemur upp úr brunnholunni því það nýtist sjaldnast sem efni í síu þar sem það er of fínefnað. Í flestum tilvikum er hægt að nota hluta af því í efsta jarðlagið fyrir tyrfinu. Óæskilegt er að skilja uppgröftinn eftir við vatnsbólið. Ýmsar leiðir eru fyrir hendi við frágang á uppgrefti. Er það háð efnisgerðinni. Huga þarf að því að skilja svæðið eftir sem líkast því sem það var áður en hafist var handa við brunngerðina.

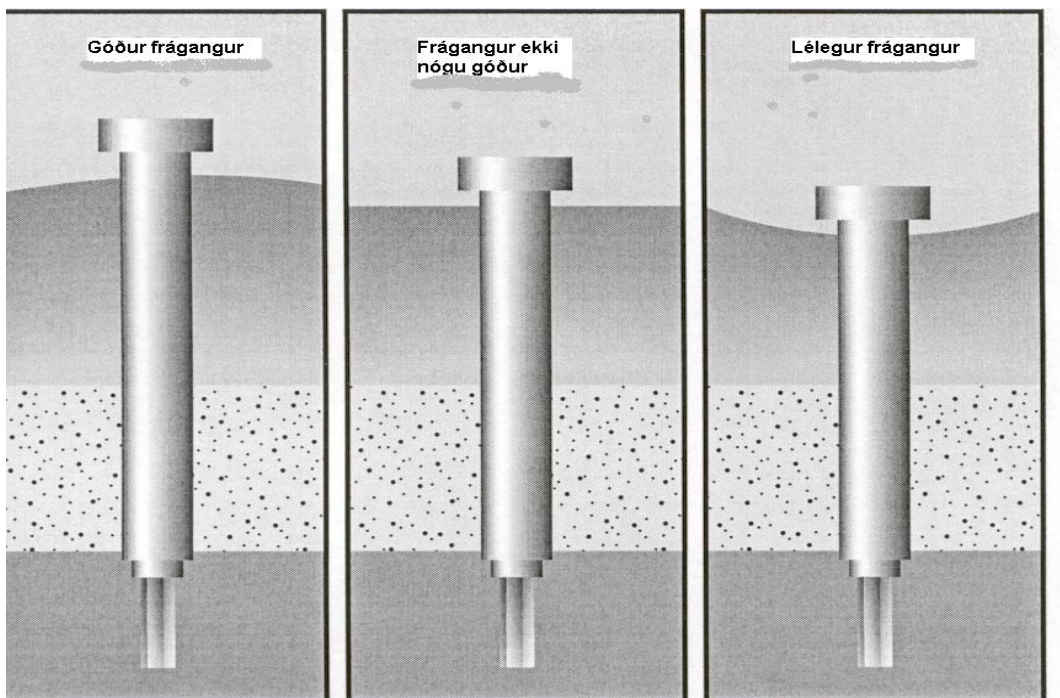
5.4.1 Frágangur vatnsveitna

Við gerð eða frágang vatnsbóla og vatnslagna ætti ekki að sprengja eða fleyga klöpp nema að vel athuguðu máli. Við vatnsból í fjallshlíð þarf að gæta þess að jarðskrið sé ekki fyrir hendi. Trjágróður skal ekki vera við vatnsból vegna rótavaxtar.

Nauðsynlegt er að hafa yfirfall á brunnum og vatnsgeymum. Yfirfallsvatn þarf að leiða frá brunni í læk ef hann er fyrir hendi eða leiða það um 0,5-1,0 m eftir aðstæðum frá vatnsbóli. Setja þarf mól við útfall (grjótpúkk) svo gróður skemmist ekki. Setja þarf lás við útfallið svo nagdýr komist ekki í brunninn. Vatnshalli þarf að vera frá vatnsbóli.

²⁷ Árni Hjartarson; Vatnsveitur og vatnsból, samantekt um vatnsveitumál. Reykjavík 1994

²⁸ Vatnsveituhandbók Samorku. Dreifikerfi vatnsveitna Hilmar Sigurðsson 2002.



Mynd 5.6. Vatnshalli þarf að vera frá vatnsbóli.

Jarðvegsdúkar úr polypropylene (t.d. fibertex) henta vel milli síu og óhreyfðs jarðvegs. Þykkjarðvegs dúka skal ekki vera undir 100 gr/m^2 . Op slíkra dúka eru oft um 100 míkron og lekt þeirra um $100\text{-}150 \text{ l/s/cm}^2$ við 2 kPa þrýsting. Oft eru pípurnar látnar snúa upp svo hægt sé að skola innan úr þeim.

Því betur sem vandað er til vatnsbólsins þeim mun minna verður viðhald þess og endingartími lengri. Eftir því sem síunarefni í kringum brunn og vatnsgeymi er einsleitara, þeim mun minna verður viðhaldið við brunninn. Ef valið er síunarefni úr næsta lækjarfarvegi má búast við að þurfa að endurnýja síunarefnið því sían þéttist á stuttum tíma. Ef vatnsleiðslan er plægð niður má búast við að hún sigi með tímanum og þarfnist viðhalds.

5.5. Prófun vatnsbóls

Áður en vatnsból er tekið í notkun þarf að hreinsa út allt grugg sem myndast hefur við gerð þess með viðeigandi skolun eða það þarf að fá tíma til að setjast til botns. Gott er að láta vatnið renna áður en það er tekið í notkun og taka sýni til greiningar hjá Hollustuvernd ríkisins.

5.6. Mengunarhætta

Mengunarhætta af völdum yfirborðsvatns er mikil. Lindarvatn er hreint og því mikilvægt að ná því án þess að það spillist af völdum yfirborðsvatns. Vatn úr borholu getur mengast af yfirborðsvatni á sama hátt og önnur vatnsból, þ.e. yfirborðsvatn getur komist niður í borholuna ef þess er ekki gætt að koma í veg fyrir það. Nauðsynlegt er að geisla eða klóra yfirborðsvatn sem nýtt er sem neysluvatn þó að það sé leitt í gegnum góðar síur.

Mengunarhætta af völdum umhverfis s.s. slysa, olía, bensíns, áburðar, húsdýraáburðar, efnamengunar o.fl. eykst eftir því sem umferð er meiri um svæðið og þéttbýli eykst. Áhættusvæði eru mismikil og mikilvægt að raða svæðum í áhættuflokka.

6. DREIFING VATNS

Að ýmsu þarf að huga við hönnun dreifikerfis frá vatnsbóli til neytenda. Aðstæður eru mismunandi milli vatnsbóla s.s. dýpt niður á fast, lengd lagna, fallhæð vatnsins o.fl. Reynt verður að gera grein fyrir algengustu aðstæðum við miðlun vatns til neytenda.

6.1. Lagnir

Algengustu og sennilega bestu lagnir fyrir kalda vatnið eru úr plasti, en efnisgerð vatnslagna er margvísleg. Sjá má á vefnum www.lagnaival.is hvaða lagnaefni eiga við miðað við landfræðilega staðsetningu. Lagnir þurfa að vera minnst 40mm í þvermál. Lengd þeirra er háð vegalengdinni sem þarf að fara með þær. Mikilvægt er að áætla nokkra metra umfram til að mæta áföllum. Mögulegt er að sneiða þurfi hjá einhverju á leið lagnanna s.s. mýrum, bergi o.fl. Dýpið takmarkast af öðrum lögnum s.s. síma- og rafstrengjum.

Mögulegar hindranir lagna:

- ◆ **Mismunandi jarðvegur.** Jarðvegur leiðir misvel varma. Gróðurþekja virkar sem einangrari fyrir varma í jörðu og varma í lofti. Nakinn jarðvegur s.s. melar, leiðir varma auðveldlega þannig að frost á greiða leið niður í hann því varminn leitar hratt upp. Því þarf að plægja eða grafa lagnir dýpra við slíkar aðstæður. Þéttur jarðvegur leiðir varma betur en laus og fínkorna jarðvegur leiðir varma betur en grófkorna.
- ◆ **Stutt niður á fast berg.** Ef of stutt er niður á fast berg getur þurft að fara lengri leið eða þekja lögnina þannig að ekki frjósi í henni.
- ◆ **Frost í lögnum.** Minni líkur eru á að vatn frjósi í lögnum þar sem sírennsli er. Vatn í lögninni milli brunns og vatnsgeymis frýs sjaldnar en í lögn í hús, því þar er sírennsli. Á stöðum þar sem vatn er ekki í daglegri notkun, sérstaklega um vetrartíma, getur verið nauðsynlegt að geta lokað fyrir vatnið við brunn eða miðlunartank og hleypta því úr leiðslum.

6.2. Vatnshalli og vatnsþrýstingur

Tryggja þarf nægan þrýsting í dreifikerfi vatnsveitna til að neytendur fái nægilegt vatn. Of mikill þrýstingur skapar aukið álag á leiðslur sem veldur styttri endingartíma og hættu á leka. Of mikill dæluþrýstingur getur skapað of mikinn þrýsting og hefur í för með sér óþarfa rafmagnskostnað.

6.2.1 Nauðsynlegur þrýstingur við mestu notkun

Nauðsynlegur þrýstingur í vatnsveituleiðslu ræðst af neðanskráðum þáttum.

1. Hæð hæsta töppunarstaðar yfir vatnsveitulögn

2. Þrýstingsfalli í heimæð og húskerfi
3. Nauðsynlegum þrýstingi við töppunarstað
4. Vatnsmagni l/sek
5. Vídd og lengd leiðslu
6. Sjálfrennsli eða dælingu frá vatnsbóli
7. Landfræðilegri lyftihæð/ vatnsfalli

Mikilvægt er að ekki verði undirþrýsingur í leiðslukerfinu.

6.3. Rörastærðir og leiðslufni

Rörastærðir miðast við tvo mestu álagspunkta ársins s.s. aðfangadag og áramót á heimilum, sláturtíð í sláturhúsum, vertíð o.fl.

Algengustu röraefni á Íslandi eru úr stáli, járnsteypu, seigjárnsteypu og Polyethelyne PE plasti. Nú eru mest notuð PE rör og seigjárnsteypurör. Mál eru yfirleitt gefin upp sem ytra þvermál (d_u), innra þvermál (d_i) eða nafnmál (d_n eða DN) (nominal diameter, Nennweite) í mm.

Þrýstingsþol röra er gefið í (p_n eða PN)(nominal pressure, Nenndruck). Samkvæmt þýska staðlinum DIN 2401 er þrýstingsþolið ákveðin tala án einingar sem táknar leyfilegt stöðugt þrýstingsálag í börum á rör, rörtengi eða loka við 20°C hita²⁹.

6.3.1 Járnsteypurör (Cast Iron Pipes)

Járnsteypurör hafa verið notuð í vatnsveitukerfi í tvær aldir. Þessi rör eru sterk, hafa góða rennliseiginleika og mikla tæringarmótstöðu. Byrjað var að nota seigjárnsteypurör (Ductile Iron Pipes) árið 1951 í Evrópu. Þau sameina kosti járnsteypuröra og stálröra hvað varðar styrk, tæringarmótstöðu og rennliseiginleika og eru um 25% léttari miðað við styrk en járnsteypurörin. Þvermálastærðir þeirra ná frá 40 mm til 2000 mm og þrýstingsflokkar 10,16,20,25,32,40 bör²⁹.

Kostir

- a. Þau eru mjög sterk og auðveld í flutningi
- b. Fjölbreyttir samtengingarmöguleikar
- c. Slétt innra yfirborð
- d. Þau hafa tæringarmótstöðu, sérstaklega eftir ryðvörn
- e. Rafsuðumöguleikar með sérstökum suðuvír og sérstökum vinnubrögðum

Gallar

- a. Þau eru þung
- b. Vegna styrkleika þeirra er erfitt að saga þau í sundur (vélsög)
- c. Þau eru hlutfallslega dýr í minni röravíddum
- d. Ekki framleidd á Íslandi

²⁹ Vatnsveituhandbók Samorku. Dreifikerfi vatnsveitna Hilmar Sigurðsson 2002.

- e. Tæringarmótstaða þeirra er ekki mikil í súrum jarðvegi og vatni með lágu efnainnihaldi

6.3.2 Polyethelyne plaströr eða PE rör

Eru framleidd úr plastefni sem er nefnt high density polyethylene á ensku og táknað með HDPE. Þau eru framleidd á Íslandi hjá Reykjalundi í Mosfellsbæ ($d_u = 20-200$ mm, 4,0, 6,0 og 10,0 bör) og hjá Set á Selfossi ($d_u = 20-225$, 6,0 bör).

Kostir

- a. Mikil tæringarmótstaða gegn flestum efnum
- b. Slétt innra borð og flutningsgeta góð
- c. Þau eru létt og auðveld í flutningi og lagningu
- d. Þau eru framleidd á Íslandi og seld á samkeppnishæfu verði. Fáanleg með stuttum afgreiðslutíma
- e. Röratengi fjölbreytt og auðvelt að tengja þau saman
- f. Þau brotna ekki þó vatn frjósi í þeim
- g. Þau eru beygjanleg
- h. Gefa ekki frá sér aukaefni eða bragð í vatnið við eðlilegar aðstæður

Gallar

- a. Þau eru viðkvæm fyrir ýmsum lífrænum efnum t.d. olíum og feiti. Bensín getur leyst PEH rör upp. Slys hafa orðið erlendis vegna þess
- b. Endingartími styttest við þrýstings sveifluálag
- c. Langrispur á ytra borði röranna stytta endingartíma þeirra
- d. Þau eru ekki fyllilega loftþétt

Plaströr úr PE plastefnum hafa reynst vel enda komin á þau löng reynsla. Plastráefnin sjálf hafa tekið miklum framförum hvað varðar styrk auk þess sem tækni við vinnsluna hefur fleygt fram. PE plaströr eru án efa lang hagkvæmasta og þægilegasta lagnaefni sem völ er á fyrir kalt neysluvatn³⁰.

6.4. Gerð lagnakerfa

Krafa neytenda til vatnslagnakerfa er sú að hægt sé að opna hvern krana samtímis án þess að vatnþrýstingur minnki í hluta þeirra. Ef lindin eða veitirinn gefur nóg vatn getur lausnin verið að auka röravíddina, en ef vatnsmagnið er knappt eða horft er í kostnaðinn eykst vandinn. Staðhættir ráða miklu um það hve góð hagnýting verður á rörunum. Í sveitum greinist stofnleiðslan í húsin og mjókkar við hverja eða aðra hverja greiningu³¹. Reykjalundur í Mosfellsbæ og Set á Selfossi framleiða vatnsrör í mörgum víddum og lengdum.

³⁰ Bergsteinn Einarsson munnlegar heimildir júní 2002.

³¹ Ásgeir L. Jónsson; Leiðbeiningar um neysluvatnsleiðslur í sveitum 1973.

6.4.1 *Hæfileg dýpt lagna.*

Vatnsveitulagnir eru lagðar á frostfrírri dýpt. Á þéttbýlum stöðum afmarkast dýptin af hitaveitulögnum, síma- og rafmagnsstrengjum að ofanverðu og frárennslisrörum að neðanverðu, en í dreifbýli afmarkast dýptin af dýpi niður á fast og gerð lausra jarðlaga sem leiðslan fer um. Taka þarf tillit til frosthörku á þeim stað sem verið er að leggja lagnir og ákveða út frá því hver dýptin þarf að vera.

Í Þýskalandi miðast minnsta dýpt við neðanskrað þekjulag yfir lögnum samkvæmt³².

DN í mm	80-200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800,
Lágmarksþykkt þekjulags í m	1,5, 1,45, 1,4 1,35, 1,3 1,25 1,2 1,15

Hér á landi er algengt að leggja lagnir um 0,2-0,4 m grynna en þessu nemur.

Mikilvægt er að hanna leið lagna og gera grein fyrir lágpunktum og hápunktum heimtauga. Gott getur verið að tæma lagnir á lágpunktum og nauðsynlegt getur verið að lofttæma lagnir í hápunktum því þar getur safnast loft sem stíflar þær.

6.4.2 *Flutningsgeta lagna*

Til er línurit yfir flutningsgetu lagna úr polyethylenplastefni sem sett hefur verið í töflu 6.1. Vatnshitinn sem miðað er við samkvæmt línuritinu er 20°C en flutningsgetan eykst við kólnun vatnsins. Þannig sýnir taflan að 40 mm rör flytji um 0,25 sekúndulítra af 20°C heitu vatni ef hallinn er 1:333, þ.e. 0,3 m fall á 100 lengdarmetrum. Sé vatnið 5°C heitt sem er nálægt meðalhitastigi grunnvatns á Íslandi þá þarf að margfalda 0,25 lítra með 1,1, sem gefur 0,275 l flutningsgetu vatns á sekúndu.

³² Vatnsveituhandbók Samorku. Dreifikerfi vatnsveitna, Hilmar Sigurðsson 2002.

Tafla 6.1. Flutningsgeta vatns í polyethylen rörum með 5°C heitu vatni. Miðað er við halla sem er 1:333.

mm rör	Halli lands	Sekúndulítrar	
25	0,1 m/100 lengdarm	--	
32	0,1 m/100 lengdarm	0,990	
40	0,1 m/100 lengdarm	0,154	
50	0,1 m/100 lengdarm	0,176	
60	0,1 m/100 lengdarm	0,204	

mm rör	Halli lands	Sekúndulítrar	
25	0,3 m/100 lengdarm	0,193	
32	0,3 m/100 lengdarm	0,230	
40	0,3 m/100 lengdarm	0,275	
50	0,3 m/100 lengdarm	0,330	
60	0,3 m/100 lengdarm	0,385	

mm rör	Halli lands	Sekúndulítrar	
25	1,0 m/100 lengdarm	0,385	
32	1,0 m/100 lengdarm	0,462	
40	1,0 m/100 lengdarm	0,550	
50	1,0 m/100 lengdarm	0,660	
60	1,0 m/100 lengdarm	0,770	

6.4.3 Staðsetning lagna í plani

Æskilegast er að setja vatnsleiðslur í skurð með burðarlagi, jöfnunarlagi og stuðningslagi fyrir rör, fyllingu meðfram og yfir rör og svo skurðfyllingu efst. En í dreifbýli þar sem ekki eru margir um vatnsból er algengt að lagnir séu plægðar ofan í jarðveginn. En þar sem nauðsynlegt er að grafa fyrir leiðslunum þarf að setja burðarlag og finna stuðningslag fyrir rörið og fyllingu meðfram og yfir rörið og fylla svo í skurðinn með yfirborðsefni.

Kröfur til opinbera vatnsveitna eru samkvæmt heimild³³ þessar:

a. Jöfnunarlag

Plaströr Stærsta steinastærð, $d^{\max} = 16$ mm, mest 10% þyngdar á bilinu 8-16 mm, ekki frosið efni og steinar ekki með hvössum hornum. Minnsta þykkt 0,05 m, en þykkara lag undir hólkrörum og víðari rörum.

³³ Vatnsveituhandbók Samorku. Dreifikerfi vatnsveitna, Hilmar Sigurðsson 2002.

Stíf rör $d^{\max} = 32$ mm, mest 10 % þyngdar á bilinu 16-32, ófrosið efni. Minnsta þykkt 0,05 m, meiri þykkt með vaxandi pípuvidd, 30% meiri þykkt undir hólkrörum en hólklusum rörum.

b. Stuðningslag

Plaströr Kröfur um kornastærð og frostleysi þær sömu og fyrir jöfnunarlag.

c. Fylling meðfram og yfir rör

Stíf rör Kröfur um kornastærð og frostleysi þær sömu og fyrir jöfnunarlag. Minnst þykkt yfir rörhvirfli 0,10 m, meiri þykkt við rörtengi og loka.

Stíf rör $d^{\max} = 64$ mm, ófrosið efni sem inniheldur ekki tærandi efni. Hægt er að nota sand í ofangreindar fyllingar, þegar ekki er hætt á hann hripi inn í aðliggjandi jarðlög og myndi þannig holrúm svo að stuðningur við rör minnki verulega.

d. Fylling í efri hluta skurðar

Kröfur eru óháðar rörergerð en byggja á að efnið sé sama og utan skurðar. Sums staðar þarf að gera sérstaka athugun á burðarþoli.

Kostnaður við frágang eins og að framan greinir er mikill og því oft valin sú leið að plægja rör með þar til gerðum plóg.

Kostir

- Ódýr leið
- Góður kostur fyrir einkaveitur

Ókostir

- Rör fer ekki alltaf niður fyrir frost.
- Loftun getur myndast undir röri.
- Rör raskast
- Endingartími minni en með skurði

6.5. Dælur

Þar sem vatnsból er staðsett neðan byggðar þarf að dæla vatninu upp úr brunnum eða borholunni. Mikilvægt er að velja passlega dælu því rekstrarkostnaður dæla er hár. Betra getur verið að hafa tvær dælur til að mæta hámarksvatnsþörf s.s. um jól og áramót jafnvel hámarksnotkun/dag.

6.5.1 Rafmagnsknúðar dælur

Dælur eru staðsettar neðst í brunni og í flestum tilfellum er vatninu dælt í vatnsgeymi. Það er skilyrði ef margir notendur eru um vatnsbólið. Einnig er algengt að dælur sé settar heim við hús eða útihús.

Rekstrarkostnaður veldur því að eðlilegast er að miða dælu við meðalvatnsnotkun og hafa frekar tvær dælur til að taka á hámarksvatnsnotkun. Hámarks sog fyrir bullu- eða

strokkadælur er 7 m og 6 m fyrir miðflótttaafldsælur. Því minna sog þeim mun betur endist dælan³⁴.

Þrýstidælur eru algengastar. Þær endast betur eftir því sem sogkrafturinn er minni. Þrýstihæðin er háð aflvélinni. Sjálfvirkar dælur með 0,5 hestafli vél geta skilað 6 m³ / klst eða 1,66 l/s upp í 10-20 m hæð, sem er nóg vatnsmagn fyrir 3 meðalstór býli. Til að skila sama vatnsmagni í 100 m hæð, þarf 5 hestafla dælu. Slík dæla skilar 2,8 m³/klst í 180 m hæð. Háþrýstidælur geta sogað vatn upp í meira en 100 m hæð. Þær þurfa tvöfalda vatnspípuleiðslu í vatnsbólið.

7. VIÐHALD OG HREINSUN

Þegar búið er að setja upp vatnsból sem uppfyllir þær kröfur sem við gerum til gæða neysluvatns er mjög mikilvægt að sinna viðhaldi vatnsbóla reglulega. Nauðsynlegt er að fara að vatnsbóli minnst einu sinni á ári.

7.1. Viðhald

Nauðsynlegt er að fara að vatnsbóli minnst einu sinni á ári og ágætt er að taka gátlista með til að hyggja að því að öll atriði séu í lagi. Skoða þarf umhverfi vatnsbólsins, líta ofan í brunn og vatnsgeymi og gæta þannig að allt sé í lagi.

7.1.1. Gátlisti

Atriði	Eftirlit	Lagfæringar
Verndarsvæði:	Er girðing í lagi? Er óeðlilegur vatnsagi á verndarsvæði?	Lagfæra skal göt og skipta um stauro ef þarf. Leiða þarf allt yfirborðsvatn frá brunni eða vatnsgeymi, t.d. með vatnsrás.
Aðstæður við brunn	Situr vatn að brunni?	Gera vatnshalla frá brunni Setja vatnsrás fyrir ofan brunn
Síuefni utan um brunna og vatnsgeyma	Með tímanum mettast síunarefnið, dúkurinn eyðist þannig að á 10-20 ára fresti þarf að endurnýja vatnsbólið. Því hreinna sem síunarefnið er, þ.e. með líkari kornastærð því lengur endist það. Mól með dreifðri kornastærð mettast fyrir og þéttist, því smærri kornin setjast inn í holrými stærri kornanna.	Endurnýjun á 5-20 ára fresti. Háð dúk og síunarefni. Því einsleitari sem kornastærðin í síuninni er því lengur endist sían.
Yfirfall	Situr yfirfallsvatn að brunni? Rýfur yfirfallsvatn gróður? Er yfirfall meindýrahelt?	Lengja yfirfallsrör Setja mól/púkk undir enda yfirfallsins Setja net við enda yfirfallsins
Loftop:	Snúa loftop niður og eru þau	Setja beygjurör með neti á enda

³⁴ Ásgeir L. Jónsson; Leiðbeiningar um neysluvatnsleiðslur í sveitum 1973.

	meindýraheld?	loftopa.
Mannop	Er lok á mannopi?	Setja lok sem hleypir ekki sólarljósi að.
Vatn í brunni og vatnsgeymi	Er eitthvað lífrænt í vatninu s.s. gróður eða lirfur?	Athuga þarf hvar ljós kemst að. Dúkur má ekki vera hvítur þá hleypir hann sólarljósi í gegn og ljóstillifun á sér stað í vatninu og gróður vex. Ef jarðvegur kemst að vatninu má búast við lirfum og fleira lífi.
	Er grugg í vatninu eða botnfall í brunni eða vatnsgeymi?	Auka við síun og /hreinsa mannvirki. Þegar vatnsbólið hefur náð jafnvægi eftir hreinsun þarf að skipta um síur.
	Er vatnsborð nægjanlega hátt og nægt vatnsrennsli í brunn eða vatnsgeymi?	Hugsanleg stífla í síum eða lind of lítil. Skipta um síuefni og leita að nýrri lind til að bæta inn á kerfið.
	Er hitastig vatnsins í lagi?	Íslenskt grunnvatn er með hitastig um 5-8°C. Hitastigið hækkar á sumrin um 2-3°C. Ef hitastigið er hærra má búast við að yfirborðsvatn / heitt vatn blandist neysluvatninu.
	Hvert er pH gildi vatnsins?	Ef pH gildi er hátt yfir 9 þykir vatnið staðnað og súrefnisinnihald vatnsins lágt. Hægt er að lagfæra þetta með því að bæta CO ₂ (koltvísýrlingi) í vatnið. Ef pH gildið er lægra en 6 er vatnið of súrt, erlendis er bætt við kalki til að hækka pH gildið. Vatn úr mýrum hefur lágt pH gildi.
Síur í leiðslum og krönum	Síur í vatnsleiðslum og krönum þéttast með tímanum og þarf að skipta reglulega. Þarna eiga örverur kjöraðstæður	Skipta um síur á vatnsleiðslum og krönum.
Vatnsþrýstingur	Er vatnsþrýstingur of lágur eða of hár? Vatnsþrýstingur fellur	Ef vatnsból er hærra en 40 m yfir vatnsinntaki þarf að setja vatnsgeymi í 20-30 m hæð (minnst hæð 20 m) því vatnsþrýstingur er of mikill. Ef vatnsþrýstingur er of lágur þarf dælu til að halda uppi þrýstingi. Leki getur hafa myndast í leiðslum, loft í leiðslum

7.2. Hreinsun brunna og vatnsgeyma.

Með tímanum safnast botnfall í brunna og vatnsgeyma. Nauðsynlegt er að hreinsa það með reglulegu millibili. Fer það eftir því hve hratt botnfallið myndast hve hreinsunin þarf að vera ör. Loka þarf fyrir vatnsrennsli í brunninn/vatnsgeyminn á meðan hreinsun stendur. Því er gott að hafa lokur á vatnsleiðslu milli brunns og vatnsgeymis. Erfiðara er að framkvæma hreinsun þar sem eingöngu er notaður brunnur því erfitt getur verið að loka fyrir veitinn. Þegar vatni er hleypt á kerfið aftur má búast við að loft komist inn í leiðslur.

7.3. Hreinsun sía

Hægt er að hafa þannig síur að unnt sé að taka þær úr og hreinsa með vatni og klór. Ágætt er að láta síurnar liggja í 3% klórblöndu í minnst 1 klst, sama gildir um kranasíur. Aðrar síur þarf að skipta um.

8. LOKAORÐ

Eins og sjá má í riti þessu er að mörgu að gæta þegar gera þarf gott vatnsból. Oft eru aðstæður staðbundnar og nær ritið ekki yfir allar hugsanlegar aðstæður. Frekari upplýsingar um val og hönnun vatnsbóla má fá hjá Hollustuvernd ríkisins, Heilbrigðiseftirliti sveitafélaganna víða um land, Bændasamtökunum, Samorku, Orkustofnun og fleiri aðilum sem vinna að gerð vatnsból

9. ÞAKKIR

Rit þetta byggir á skrifum Freysteins Sigurðssonar, Þórólfs H. Hafstað og Hilmars Sigurðssonar sem skrifuðu í Vatnsveituhandbók Samorku. Einnig var notið handleiðslu Óttars Geirssonar vatnsráðunautar Bændasamtakanna, Maríu J. Gunnarsdóttur hjá Samorku auk Birgis Þórðarssonar Heilbrigðiseftirliti Suðurlands, Garðars Sigurþórsson Umhverfis- og heilbrigðisstofu Reykjavíkur, Gunnars Steins Jónssonar Hollustuvernd ríkisins, Þorsteins Narfasonar og Árna Davíðssonar, Heilbrigðiseftirliti Kjósasvæðis og Sigurjóns Þórðarsonar, Heilbrigðiseftirlit Norðurlandi vestra.

Ágúst 2002
Sigríður Hjaltadóttir
jarðfræðingur

10. ORÐALISTI

Aðrennslissvæði linda: Svæði þar sem grunnvatn streymir í átt að ákveðinni lind. Vatnasvið.

Forði jarðlags (vatnsforði): Sýnir magn vatns í ákveðnu jarðlagi. Rúmmál jarðlags x geymd jarðlags %.

Geymd jarðlaga: Geta jarðlags til að geyma vatn og háð virku gropi þess.

Grop: Rúmmálshlutfall holrýma í jarðlagi.

Grunnvatnsgeymir: Jarðlögin mynda svæði, eins konar geymi, þar sem vatn safnast í líkt og í svamp. (Er þetta meiningin?)

Grunnvatnssvæði: Grunnvatn afmarkast af ákveðnum jarðfræðilegum aðstæðum.

Írennsli til grunnvatns: Magn yfirborðsvatns til grunnvatns.

Meðalúrkoma/ár – uppgufun við yfirborð - yfirborðsrennsli ár og lækja = Írennsli til grunnvatns

Kornastærðardreifing: Segir til um stærð korna í seti og hlutfall hvers stærðarflokks.

Lek jarðlög: Hafa sprungur og holrými til að veita vatni.

Leiðni jarðlaga: Geta jarðlags til að safna vatni og rennslisgeta l/s þess. Háð þykkt jarðlagsins og virku gropi þess. Leiðni m^2/s = lekt m/s x þykkt jarðlags.

Vatnasvið: Vatn á yfirborði hefur sama söfnunarsvið og rennur í sömu á til sjávar.

Vatnshagur: Vatnabúskapur, vatnsjöfnuður. Vatnsmagn á ákveðnu grunnvatnssvæði.

Vatnsmegin: Oft kallað rennsli l/s, m^3/s . Afrennslisstuðull: Vatnsmegin á flatareiningu ($l/s/km^2$).

Vatnsgæfni jarðlags: Margfeldi af lekt þess og þykkt.

Veitar: Lek jarðlög sem leiða grunnvatn auðveldlega, hafa holrými og/eða sprungur sem rýma vatn. Lögun holrýmanna gefur leiðni þeirra.

Virkt grop: Grunnvatnsrennsli um víðar og samtengdar holur.

Lagnamál:

Nafnmál röra mælt í millimetrum = DN eða d_n (nominal, diameter, Nennweite) í mm.

ytra þvermál mælt í millimetrum = d_u

innra þvermál mælt í millimetrum = d_i

Þrýstingsþol röra = PN eða p_n (nominal pressure, Nenndruck), leyfilegt stöðugt þrýstingsálag í börum á rör. Samkvæmt þýska staðlinum DIN 2401 er þrýstingsþolið ákveðin tala án einingar sem tákna, rörtengi eða loka við 20°C hita.

11. HEIMILDASKRÁ

- Adda Bára Sigfúsdóttir 1965. Nedbör og Temperatur i Ísland. Den 4. Nordiske Hydrologiske konferens. Bind 1. Reykjavík.
- Árni Hjartarson, 1994, Samantekt um vatnsveitumál. Vatnsveitur og vatnsból. OS-93061/VOD-04 Reykjavík.
- Ásgeir L. Jónsson, 1973. Leiðbeiningar um neysluvatnsleiðslur í sveitum.
- Bahl Andersen, E. o.fl. 1976. Vandforsyningsteknik.
- Bergsteinn Einarsson, munnlegar heimildir júní 2002.
- Freysteinn Sigurðsson munnlegar heimildir júlí 2002.
- Freysteinn Sigurðsson og Þórólfur H Hafstað, 1990. Öflun nytjavatns á Íslandi. Vatnið og landið bls. 111-120, Orkustofnun.
- Freysteinn Sigurðsson og Jón Ingimarsson, 1990. Lekt íslenskra jarðefna. Vatnið og landið bls. 121-127. Orkustofnun.
- Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað 2001. Vatnsveituhandbók Samorku, 4. kafli.
- Gatnamálastjórinn í Reykjavík, 1985. Athuganir á notkun á heitu og köldu vatni.
- Hafsteinn Helgason, 2001. Hluti I: Gott vatn er verðmæti og grunnur búsetu, þróun menningar og atvinnu. Heilbrigðiseftirlit Suðurlands
- Hilmar Sigurðsson, 2002. Dreifikerfi vatnsveitna, Vatnsveituhandbók Samorku.
- Ingólfur Gissurarson, munnlegar heimildir 2002.
- Jóhannes Guðmundsson, 1981. Vatnsveitudreifikerfi- Hönnunarfosendur.
- Jón Ingimarsson og Þórodd F Þórossdóttir, 1976. Vatnspörf. Sveitarstjórnarmál, 4 tbl.
- Markús Á. Einarsson, 1976. Veðurfar á Íslandi, Iðunn.
- Óttar Geirsson, 1995. Handbók bænda. Bændasamtökin.
- Óttar Geirsson og Freysteinn Sigurðsson, munnlegar heimildir ágúst 2002.
- Óttar Geirsson, 2002. Viðhald og frágangur við vatnsból, Handbók bænda 2002, Bændasamtök Íslands.
- Pétur Kristjánsson, 2001. Vatnsveituhandbók Samorku, 7. kafli.
- Sigurður Grétarsson, munnlegar upplýsingar júlí 2002.
- Sigurjón Rist, 1956. Vatnsveitur og vatnsból. Samantekt um vatnsveitumál,
- Sigurjón Þórðarson og Sigríður Hjaltadóttir, 2001. Vatnssýni í Húnaþingi vestra.
- Þórólfur H. Hafstað, Rás 1 29. ágúst 2002.
- Veðurstofa Íslands, munnlegar upplýsingar maí 2002.
- World Health Organization, 1989. Disinfection of Rural and small-community water supplies