

Gunnar V. Johnsen

8. kafli

Lekaleit

EFNISYFIRLIT

8.1. Inngangur	8.1.1
8.2. Vatnsmat	8.2.1
8.2.1 Tilgangur með vatnsmati	8.2.1
8.2.2 Mat á heildarrennsli til veitu	8.2.2
8.2.3 Mat á notkun vatns	8.2.2
8.2.4 Vatnsnotkun íbúa	8.2.3
8.2.5 Dæmi um vatnsmat	8.2.4
8.3. Lekahljóð	8.3.1
8.4. Einfaldar aðferðir og tæki í lekaleit	8.4.1
8.4.1 Hljóðhlustun á yfirborði	8.4.1
8.4.2 Önnur hljóðhlustun	8.4.4
8.4.3 Rennslismælingar	8.4.5
8.4.4 Þrýstimælingar	8.4.10
8.4.5 Hitamyndavél	8.4.11
8.4.6 Ídráttaraðferðir	8.4.12
8.5. Tölvubúnaður í lekaleit	8.5.1
8.5.1 Framfarir í lekaleit	8.5.1
8.5.2 Nauðsynleg skilyrði fyrir lekaleitartölvur	8.5.1
8.5.3 Mælingar með lekaleitartölvu	8.5.4
8.6. Stoðtæki	8.6.1
8.6.1 Staðsetningartæki	8.6.1
8.6.2 Segulmælir	8.6.2
8.6.3 Leiðnimælir	8.6.2

8.7. Hvað bilar, hvernig og af hverju? 8.7.1

8.7.1	Pottlagnir	8.7.1
8.7.2	Seigjárn	8.7.1
8.7.3	Asbest	8.7.2
8.7.4	Stállagnir	8.7.2
8.7.5	Plastlagnir	8.7.2
8.7.6	Lokar	8.7.3
8.7.7	Brunahanar	8.7.3
8.7.8	Rafstraumar	8.7.4
8.7.9	Jarðvegur	8.7.5
8.7.10	Draugalagnir	8.7.5

8.8. Lekaleit - dæmi um tilhögun 8.8.1

8.8.1	Breytt viðhorf	8.8.1
8.8.2	Biluð götulögn	8.8.1
8.8.3	Biluð heimæð	8.8.2
8.8.4	Mælingar með lekaleitartölvu	8.8.3

8.1 Inngangur

Með bilanaleit hjá vatnsveitum er í raun átt við að finna og staðsetja hvers kyns bilanir í veitukerfinu. Hér er því ekki einungis um að ræða að finna leka, heldur einnig mörg önnur atriði er varða rekstur veitunnar t.d. sóun. Í þessum kafla er lögð áhersla á þann þátt bilanaleitar er snýr að því að finna leka.

Sýnd er aðferð til að meta hvað verður um það vatn sem vatnsveitur hafa yfir að ráða. Slíkt vatnsmat getur verið góður grunnur fyrir vatnsveitur til innra eftirlits og í lekaleit. Víða hafa menn leitað árum saman að “stóra lekanum”, en hann síðan, þegar betur var að gáð, reynst vera gróf sóun á vatni. Samviskusamlega unnið vatnsmat getur hæglega orðið góður styrkur í baráttu fyrir betra veitukerfi.

Vatn sem sleppur út um vatnslögn undir þrýstingi myndar lekahljóð, á ákveðnu tíðnibili. Lekahljóð berst frá bilun á þrennan hátt, eftir lögn, með vökva í lögn og frá bilun út í umhverfið. Tíðni lekahljóðs og hljóðmynstur ræðst algerlega af viðkomandi leka og er háð ýmsum þáttum er tengjast lögninni og umhverfi hennar.

Megin umfjöllunin er um lekaleit, en hún byggist oftast á því að kanna og staðsetja með einhverjum hætti lekahljóð. Helstu aðferðum og tækjum sem notuð eru í lekaleit er lýst. Gagnsemi rennslismælinga er dregin fram, einkum með tilliti til þess að nota rennslismæla í tengslum við næturlokanir á afmörkuðum svæðum, til að leggja áherslur í lekaleit. Lögð er áhersla á að hljóðhlustun á yfirborði sé vænlegur kostur til lekaleitar, þó svo að margt sé að varast. Að auki er rætt um hljóðhlustun með hljóðnemum, þrýstimælingar og ídráttaraðferð.

Lekaleitartölvu er lýst og farið er ítarlega yfir helstu kosti og galla hennar. Lekaleitartölvun hefur valdið byltingu í lekaleit víða um heim og segja má að hún sé afar gagnleg á réttum stað, en vegna kostnaðar og takmarkana vegna reynslu og aðstæðna, er enn sem komið er erfitt að mæla með að allar vatnsveitur eignist slíkt tæki.

Nokkrum algengum hjálpartækjum sem notuð eru í daglegu starfi er lýst og stuttlega er fjallað um ýmsar lagnagerðir og hvernig þær geta bilað. Að lokum er farið yfir tvö dæmi um tilhögun lekaleitar, þ.e. leit að leka á götulögn og einnig á heimæð og ýmsum kostum í stöðunni velt upp.

8.2 Vatnsmat

8.2.1 Tilgangur með vatnsmati

Vatnsmat á vatnsveitum eða Water Audit, eins og það er nefnt á ensku, hefur þann tilgang að leiða í ljós hversu mikið af heildarstreymi til veitu fer til spillis, þ.e. að meta leka.

Með vatnsmati er átt við að meta hversu mikið vatn streymir til vatnsveitu og hvað verður um vatnið, sem vatnsveitan lætur frá sér. Sé farið nógu ítarlega í sundurliðun einstakra þátta í matinu er jafnvel hægt að fá fram mat á því hvað kostar að gera við hugsanlega leka og hvað sparast.

Hjá öllum vatnsveitum er hollt að staldra við af og til og reyna að meta hvað verður um það vatn sem þær hafa yfir að ráða. Sem dæmi má nefna að allt of oft kemur það fyrir að leitað er mánuðum og jafnvel árum saman að “stóru biluninni”, þegar í raun er um gegndarlausu sóun að ræða, oft við hafnir eða í fiskvinnslu.

Vatnsmatið sem hér er sett fram er skipt í þrjá þætti:

Mat á heildarrennsli vatns til veitu.

Mat á notkun vatns í atvinnuskyni, þar með talið sóun.

Mat á vatnsnotkun íbúanna.

Vatnsmat byggist á því að meta það vatnsmagn sem streymir til veitu og draga frá alla þekkta notkun og áætlaða. Eftir stendur þá það vatn sem veitukerfið sjálft þarf ásamt neytendum. Ef notkun íbúanna er þekkt eða áætluð má fá fram mat á því hversu mikið lekur. Sé vatnsmat vel og samviskusamlega unnið má hafa af því mikið gagn við að leggja fjárhagslegar áherslur og við skipulagningu verka.

8.2.2 Mat á heildarrennsli til veitu

Heildarrennsli til veitu má fá fram með ýmsu móti. Þægilegast er að hafa tölvu- tengdan rennismæli, þar sem gögnum er safnað og hægt er að fylgjast með breytingum frá skrifstofunni. Magntölur af ýmsu tagi fást þá sem eðlilegur hluti kerfisins (vaktkerfisins).

Ýmsar aðrar gerðir rennismæla, sem lesið er af á staðnum, nýtast einnig vel. Sé enginn rennismælir til staðar má áætla rennsli t.d. með því að fylgjast með lækkun í miðlunargeymum eða áætla út frá gangtíma dæla.

Einnig er hægt að meta rennsli út frá sverleika aðalæða og þrýstingi. Sé vatn tekið úr mörgum vatnsbólum verður að meta hvert fyrir sig. Vatn til veitu er þá summa hinna ýmsu aðfærsluæða.

Víða erlendis er vatni safnað saman í opnum vatnsbólum, tjörnum og stöðuvötnum. Þá þarf oft að taka tillit til uppgufunar vatns í vatnsbólunum, en slíkt þarf varla hérlandis.

8.2.3 Mat á notkun vatns

Til að fá fram raunhæft mat á því hvað verður um vatnið eftir að til veitunnar er komið verður að huga að því hverjir það eru sem nota vatn. Því betur sem farið er ofan í saumana á þessum lið því betra yfirlit fæst um vatnsnotkunina. Mat á notkun vatns má skipta í marga flokka eftir eðli notkunar. Sem dæmi má nefna:

Allt vatn í atvinnustarfsemi, sem er mælt og selt.

Allt vatn í atvinnustarfsemi, sem er áætlað og selt, en ekki mælt.

Allt vatn sem notað er í atvinnustarfsemi, en er hvorki mælt né selt.

Sundurliða má notkun vatns í fleiri flokka eftir eðli þess svæðis sem skoðað er, t.d. gæti önnur notkun verið í sundlaugum, í skólum og í íþróttamannvirkjum. Þá má telja notkun í sjúkrahúsum og öðrum stofnunum og ekki má gleyma fiskvinnslu og hafnarsvæðum. Aðrir algengir notendur vatns eru verslanir (kælivélar), þvottahús og bílaþvottaplön, heilsuræktarstöðvar og sólbaðsstofur. Þessi listi er langt frá því að vera tæmandi.

Þekkt eða áætluð sóun af ýmsu tagi á heima í þessum flokki, ef hún kemur ekki fram annars staðar. Hér mætti nefna sírennsli af ýmsu tagi.

Skoðanakönnun meðal íbúa í Reykjavík hefur leitt í ljós að 10% allra klósettkassa eru bilaðir. Rennsli í einstökum alvarlega biluðum klósettkassa getur numið allt að 0,3 l/s. Sírennsli í klósettkössum, sennilega alvarlegast á sumum vinnustöðum, leynir greinilega á sér og getur hæglega safnast í talsvert rennsli.

Einnig, ef þekkt er, má áætla og setja fram það vatnsmagn sem er notað við útskolanir í veitukerfinu, vegna vökvunar skrudgarða og vegna slökkvistarfa.

Sé þetta vatn, sem notað er í atvinnuskyni og sóun, dregið frá heildarrennslinu til vatnsveitunnar stendur eftir það vatn sem rennur til dreifikerfisins, þ.e.a.s. vatn sem fer til íbúanna og í leka.

8.2.4 Vatnsnotkun íbúa

Til að aðgreina hversu mikill hluti þess vatns sem eftir er til ráðstöfunar í dreifikerfinu fer í leka er nauðsynlegt að gera sér grein fyrir vatnsnotkun íbúanna. Notkun íbúa má meta á margvíslegan hátt.

Fyrir nokkrum árum var gerð lausleg samantekt um vatnsnotkun íbúa í Reykjavík. Í þessari samantekt var m.a. áætluð notkun í matargerð og til drykkjar, notkun í böðum og sturtum og annarra þvotta og einnig á salernum. Þessi samantekt sýndi að **meðalnotkun á íbúa var um 210 l/sólarhring**.

Í raun er það svo að vatnsnotkun íbúa er afar flókið fyrirbæri, sem er háð mjög mörgum breytistærðum og má þar m.a. nefna félagslegar aðstæður eins og aldur íbúa, gerð húsnæðis og staðsetning þess. Þá er einnig ljóst að vatnsþrýstingur og önnur gæði vatnsins hafa mikið að segja um notkun þess.

Í ljós hefur komið að vatnsnotkun íbúa er misjöfn milli hverfa í Reykjavík. Rennslisraðir úr tölvutengdu vaktkerfi frá nokkrum svæðum í Reykjavík hafa verið til athugunar hjá verkfræðideild Háskóla Íslands (Ólafur Pétur Pálsson og fl., 1995). Þeirra athuganir hafa leitt í ljós að meðalnotkun íbúa er mun minni en áður var talið eða á bilinu **120 -150 lítrar á íbúa og sólarhring**.

Í Vestmannaeyjum er vatnsnotkun til íbúa mæld með gjaldmæli í hverju húsi. Í ljós hefur komið að vatnsnotkun í **Vestmannaeyjum var 121,3 lítrar á íbúa á sólarhring 1994** (Ólafur Guðnason, munnlegar upplýsingar).

Sé vatnsnotkun íbúanna dregin frá því vatni sem er til ráðstöfunar í dreifikerfinu verða einungis lekarnir eftir. Áætla má að ekki sé fjarri lagi að áætla að notkun íbúanna sé sem næst 150 lítrar á íbúa á sólarhring.

8.2.5 Dæmi um vatnsmat.

Til að sýna hvernig einfalt vatnsmat lítur út er hér sett fram einfölduð mynd af vatnsmati og tekið sem dæmi afmarkað dælusvæði innan Reykjavíkur. Svæðið sem er til umfjöllunar er **Skólavörðuholtið** í Reykjavík, en þar búa um 2600 manns. Til að halda uppi þrýstingi í efstu hlutum Skólavörðuholts hefur það verið lokað af og dælt er á það frá dælustöð við Eiríksgötu með tveimur dælum og þar er jafnframt rennslismælir, sem er hluti af vaktkerfinu. Um 1988 var næturrennsli inn í þetta svæði komið upp í um 35 l/s og þrýstingur orðinn lítill. Í óefni var komið, þar sem dæurnar réðu ekki við meira. Með samstilltu átaki í lekaleit og viðgerðum, þar sem m.a. lekaleitartölvu og næturlokunum var beitt, tókst að minnka rennslið í um 6 l/s. Dælusvæðið hefur nú verið stækkað.

Vatnsmatið frá Skólavörðuholtinu sem hér er sett fram hefur verið reiknað fyrir nokkur ár, þ.e. árin 1989 til 1994, sjá töflu 8.2.1.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
ÍBÚAR ALLS	2638	2580	2659	2683	2706	3581
1. Heildar dæling þús. rúmm.	603599	461687	532328	448127	383793	459164
Heildardæling, l/s	19.14	14.64	16.88	14.21	12.17	14.56
2. Ýmsir notendur						
Atv. rekstur, mælt og selt	15189	15530	17464	18628	34695	52380
Atv. rekstur, áætlað og selt	3950	3950	3950	3950	3950	3950
Atv. rekstur, áætlað, ekki selt 10%	1914	1948	2141	2258	3865	5633
Sundlaugar	0	0	0	0	0	0
Skólar og íþróttasv.	5353	5173	9375	7351	4909	3788
Sjúkrahús	0	19	15189	994	0	0
Hafnarsvæði	0	0	0	0	0	0
Sírennsli, íbúar/4*1%*.05	10399	10170	10482	10576	10667	14116
ALLS	36805	36790	58601	43757	58086	79867
l/s	1.17	1.17	1.86	1.39	1.84	2.53
3. Alm. notendur og lekar	566794	424897	473726	404370	325707	379297
4. Notkun íbúa; 150 l/sh	144431	141255	145580	146894	148154	196060
l/s	4.58	4.48	4.62	4.66	4.70	6.22
5. LEKAR, rúmmetrar	422363	283642	328146	257475	177553	183237
Lekar, l/s	13.39	8.99	10.41	8.16	5.63	5.81
l/sh og íbúa (+150)	439	301	338	263	180	140
HLUTFALL LEKA: 5/1	70%	61%	62%	57%	46%	40%

Tafla 8.2.1. Vatnsmat á Skólavörðuholti í Reykjavík.

Tölur um fjölda íbúa fást frá íbúaskrá Reykjavíkur, en í sumum götum þarf að skoða einstök hús í götum, þar sem götur ná út fyrir dælusvæðið.

Heildarrennsli um dælustöðina á Skólavörðuholti er mælt með tölvutengdum mæli og koma tölur um heildardælingu inn á svæðið frá þeim gögnum. Heildarrennslið er gefið upp í þúsundum rúmmetra og einnig í lítrum á sekúndu.

Notkun vatns á þessu svæði er sundurliðuð í 8 flokka. Fáeinir gjaldmælar eru á Skólavörðuholtinu og tilviðbótar því sem þar er mælt og áætlað er bætt við 10%. Ef dæma má af fjölda gjaldmæla í þessu hverfi eru þessir liðir samt örugglega allt of lágir. Nokkrar verslanir eru í hverfinu og einnig matsölustaðir og sólbaðsstofur, þar sem engir mælar eru. Af öðrum liðum sem taldir eru upp eru sundlaugar, skólar- og íþróttasvæði, sjúkrahús og hafnarsvæði. Þessir liðir gætu auðvitað verið færri eða fleiri. Að lokum er áætlað sírennsli í klósett-kassa. Í okkar dæmi er farið varlega í sakirnar og einungis gert ráð fyrir því að 1% þeirra séu bilaðir og leki um 0,05 l/s. Sírennsli í klósett-kassa í Skólavörðuholtinu er einfaldlega áætlað sem:

fjöldi húsa (íbúafjöldi/4) * 1% bilaðir * 0,05 l/s rennsli að meðaltali.

Þegar þessi “þekkta” notkun hefur verið dregin frá mældu rennsli inn á svæðið stendur eftir það vatn sem fer til íbúa og í leka.

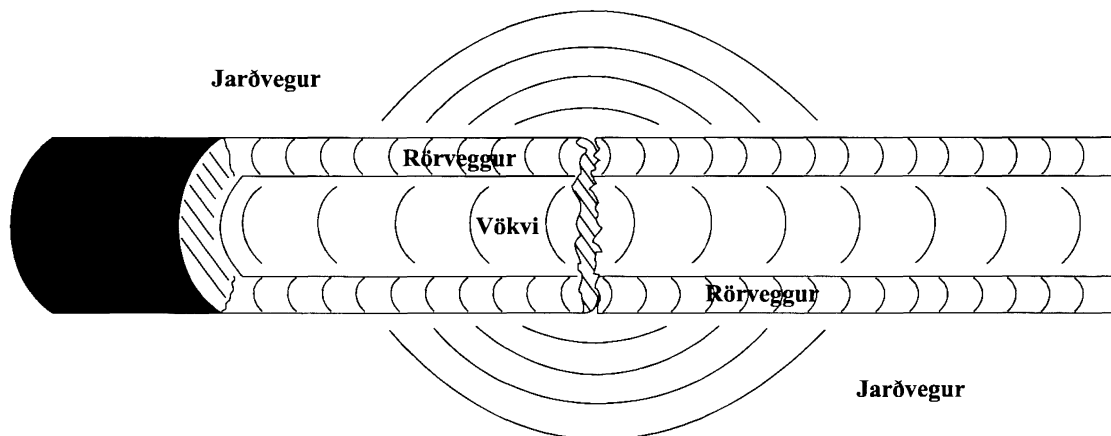
Til einföldunar er notkun íbúa í Skólavörðuholtinu áætluð 150 l/sólarhring og íbúa og eftir standa þá einungis lekarnir. Eins og áður sagði er notkun á svæðinu sennilega gróflega vanmetin, en engu að síður sýnir taflan hvernig hlutfall leka hefur farið minnkandi ár frá ári.

Nánar má lesa um vatnsmat og lekaleit í ágætu hefti frá AWWA (American Water Works Association) sem heitir: Water Audits and leak location frá 1990.

8.3 Lekahljóð

Beita má ýmsum aðferðum við að finna og staðsetja bilanir á vatnslögnum neðanjarðar. Með fáum undantekningum eru þessar aðferðir flestar háðar því að nema hljóð, sem myndast við lekann.

Vatn sem sleppur út um vatnslögn undir þrýstingi sendir frá sér hvinhljóð, lekahljóð, á ákveðnu tíðnibili. Lekahljóð berst frá bilun á þrennan hátt, **eftir lögn, með vökva í lögn og frá bilun út í umhverfið**, sjá mynd 8.3.1. Tíðni þessa lekahljóðs og hljóðmynstur ræðst algerlega af viðkomandi leka. Þetta lekahljóð er háð ýmsum þáttum og má þar nefna stærð og gerð vatnslagnar, stærð og lögun bilunar, þrýstingi í lögn og gerð jarðvegsfyllingar umhverfis lögn.

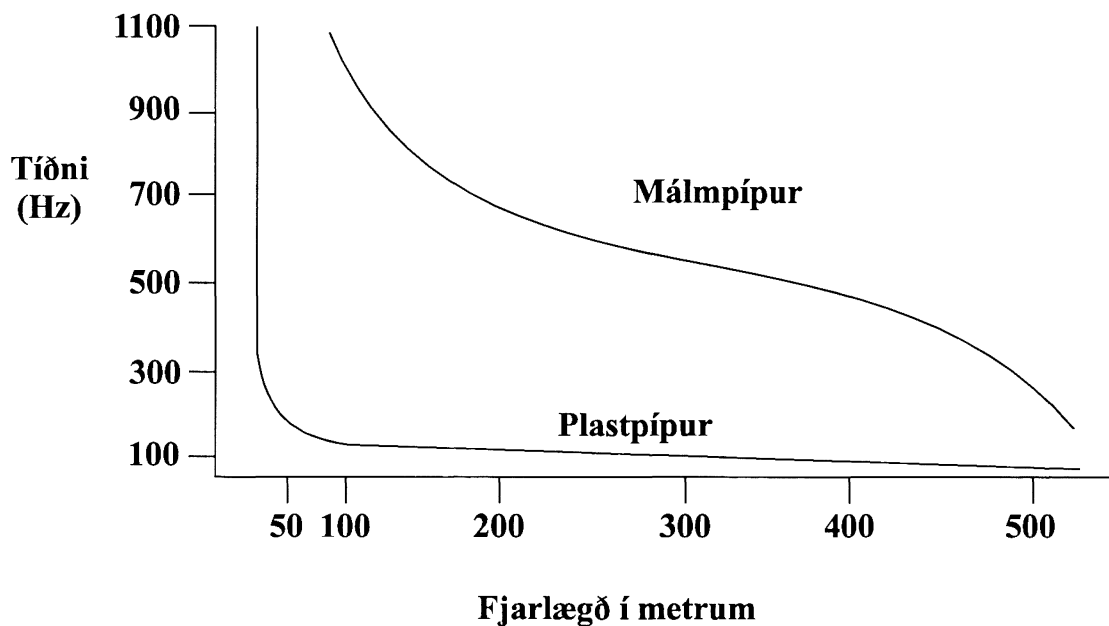


Mynd 8.3.1 Lekahljóð frá bilun.

Hljóð sem myndast við bilun berst eftir vatnslögn með hraða sem ræðst af mörgum þeirra þátta sem nefndir voru hér á undan, en auk þess berst hljóð frá vatnslögn og út í umhverfið. Lekahljóð getur borist langar leiðir eftir sumum gerðum vatnslagna en hverfur skjótt í öðrum, sjá mynd 8.3.2.

Segja má að greina megi þrjár gerðir lekahljóða: Fyrsta hljóðgerðin er einkum á bilinu 300 - 1000 Hz og **stafar af titringi sem myndast milli lagnar og umhverfis** á lekastað. Þetta hljóð berst eftir lögninni, oft langar leiðir. Þetta lekahljóð finnst oft þegar kerfisbundið er farið að leita leka með því að hlusta á lokum, brunahönum og fl. Önnur og þriðja gerð lekahljóða er á bilinu 20 til 250 Hz. Önnur gerðin myndast þegar vatn **þrýstist út um gat á lögn og skellur á jarðvegi umhverfis**, en þriðja hljóðið minnir á gosbrunn og **myndast við gusugang vatns í holrými umhverfis bilun**. Þessi lekahljóð heyrast einungis í næsta nágrenni við bilanir og eru því mjög mikilvæg við staðsetningu leka.

8.3.2



Mynd 8.3.2 Lekahljóð berast mjög mislangt eftir lögnum.

Er lekahljóð berst eftir vatnslögn og fjarlægist bilun breytist það, hærri tíðnin dempst en auk þess getur hljóð af annarri tíðni breyst. Ýmiskonar aukahljóð geta myndast umhverfis bilun, t.d. við og í námunda við áboranir heimæða, loka og við þrengingar. Oft eru þetta hin undarlegustu hljóð t.d. þegar grjót er að velkjast fram og til baka við lekastað. Greinanleg hljóð eru því háð þeim stað þar sem mæling fer fram.

Eftirfarandi má draga saman um eðli lekahljóða:

- 1) Lekahlustun á yfirborði jarðar yfir vatnslögn inniheldur mikið af hljóðum af lægri tíðni, yfirleitt á bilinu 100-250 Hz.
- 2) Lekahlustun á aðalæð eða tengingum við hana inniheldur hljóð af hærri tíðni, mest hljóð er þá á bilinu 300-1000 Hz.
- 3) Hvorki lekahlustun á vatnslögn eða lekahlustun á yfirborði yfir vatnslögn greina nauðsynlega mesta hljóðstyrk, sem stafar frá leka.
- 4) Ekki mynda allir lekar greinanlegt lekahljóð.

8.4 Einfaldar aðferðir og tæki í lekaleit

8.4.1 Hljóðhlustun á yfirborði

Hljóðhlustun á yfirborði jarðar yfir vatnslögnum er ein algengasta leið til að staðsetja bilanir á vatnslögnum neðanjarðar. Aðferðin í sinni einföldustu mynd er afar einföld og byggir á því að ganga eftir lögn og hlusta með stuttu millibili eftir lekahljóðum með heymartæki á yfirborði jarðar. **Bilunin er talin vera þar sem mestur hávaði finnst á yfirborði**, sjá mynd 8.4.1.

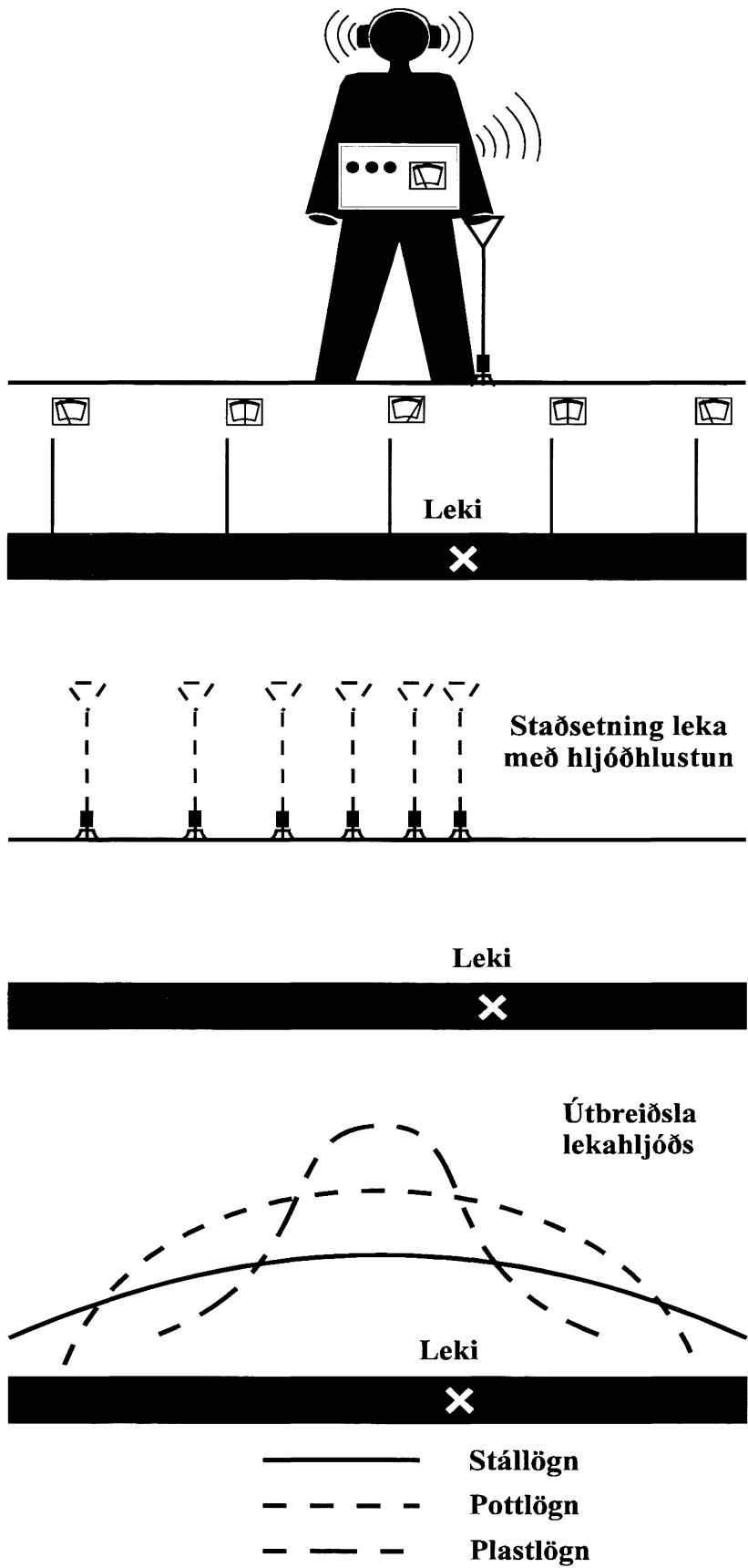
Nútíma tækjabúnaður til hljóðhlustunar á yfirborði er rafeindabúnaður sem samanstendur af hljóðnema, magnara og heymartækjum. Oftast koma tvær gerðir hljóðnema til greina við hljóðhlustun á yfirborði. Önnur gerðin er fyrir fast og slétt yfirborð, einkum malbik eða steypar gangstéttar eða annað bundið slitlag, en hin gerðin er fyrir óreglulegra yfirborð, t.d. grús og gras. Hljóðmerki frá nema er aukið í magnara og hljóðstyrkur heyrir síðan í heymartækjum. Yfirleitt er mælikvarði sem sýnir hljóðstyrkinn með vísi, ljósum eða stafrænt. Oft er með þessum tækjum búnaður til að sía burt óæskileg hljóð. Í vandaðri gerðum þessarra tækja má takmarka hlustun við fyrirfram ákveðin tíðnibil og velja þannig lægra tíðnibil fyrir hlustun yfir plastlögnum og hærra tíðnibil yfir t.d. stállögnum. Tækjabúnaður af þessu tagi kostar um 200-400 þúsund krónur.

Nefna ber að til eru sérstakir hlustunarstafir, einskonar þrjónar, sem nota má í stað hinna venjulegu hljóðnema við hlustun í mjög blautum og mjúkum jarðvegi. Aðferðin við lekaleit með stafnum er svipuð og áður, nema nú er stafnum ýtt ofan í jörðina og hlustað eftir lekahljóðum.

Á liðnum áratugum hefur enn einfaldari búnaður verið við lýði við hljóðhlustun af ýmsu tagi, einkum í Bretlandi, en það er hinn svonefndi hlustunarstafur (listening stick). Þessi búnaður er í raun hol stöng af ákveðinni gerð, úr tré eða málm, og er enn notuð í dag.

Áður en hljóðhlustað er yfir lögn á yfirborði er mjög **nauðsynlegt að átta sig á því hvar lögnin** er og hvert hún liggur. Ef staðsetning lagnar er óljós er nauðsynlegt að staðsetja hana nákvæmlega, sjá kafla 8.6. Tilhögun mælinga er á þann veg að gengið er eftir lögn og hlustað, tekið eitt til tvö skref og hlustað aftur og þannig koll af kalli. Finnist blettur eða svæði með meiri hávaða en umhverfis er hann athugaður aftur og mælt með minna millibili á þeim slóðum, jafnvel aftur og aftur, þar til fullvíst þykir að mestur hávaði er fundinn.

Að mörgu er að hyggja við hljóðhlustun á yfirborði ef vel á að fara, því að margt getur farið úrskaiðis og verið á annan veg en talið er. **Nægilegt lekahljóð verður að myndast við bilunina og ekki einungis það heldur verður það að berast til yfirborðs**, til að hægt sé að nota þessa aðferð.



Mynd 8.4.1 Hljóðhlustun á yfirborði.

Ýmsar ástæður geta valdið því að lekahljóð mælist ekki við yfirborð.

- 1) Vatnslögnin getur verið á of miklu dýpi eða þannig staðsett að erfitt er að hlusta hana t.d. ef lögnin er í urð, mýri, skurði eða undir vatni.
- 2) Lögnin getur legið í þannig jarðvegsfyllingu að lekahljóð varðveitist ekki, t.d. berst hljóð mun verr í gegnum grús og önnur laus jarðefni heldur en pakkaðan jarðveg. Þjöppuð leirlög og stórir steinar geta verkað sem skerming.
- 3) **Erfitt getur verið að hlusta í gegnum snjó og klaka**, en getur þó oft tekist, ef laus snjór er pakkaður og tækið (hljóðneminn) er kælt fyrir mælingu.
- 4) Yfir vatnslögn eru oft mjög mismunandi efni á yfirborði, t.d. gras, steipt gangstétt og malbik á stuttum kafla, en mjög mismunandi er hvernig hljóð berst eftir þessum efnum og eins hvernig er að hlusta þau. Yfirleitt þarf að skipta um nema þegar farið er frá föstu yfirborði í laust.

Hin ýmsu lagnaefni leiða hljóð mjög misjafnlega. **Stállagnir leiða hljóð vel** og því getur mikill hávaði mælst á stóru svæði umhverfis bilun á þeim. Erfitt getur því reynst að afmarka nákvæmlega hvar mest hljóð heyrir. **Plastlagnir leiða hljóð mun verr** og því kemur fram mun skarpari toppur í hljóðhlustun yfir þeim. Flest önnur lagnaefni hafa hljóðhraða sem liggur milli þessarra efna, sjá mynd 8.5.2.

Helstu annmarkar við hljóðhlustun á yfirborði eru m.a. eftirfarandi:

- 1) **Bilun þarf ekki að vera þar sem mest heyrir.** Algengt er að syngi hressilega í lögnum við nálægar áboranir heimæða og við beygjur og þrengingar.
- 2) Ef kaldavatnslögn liggur samsíða fráveitu eða hitaveitu, eins og oft er tilfellið, heyrir iðulega greinilegt rennslishljóð frá henni og oft mjög mikið í námunda við brunna og fallbrunna og getur því verið erfitt að greina þar á milli.
- 3) Oft myndast hvelfing undir niðri vegna bilunar og þar geta myndast hin undarlegustu hljóð. Það fer eftir aðstæðum hverju sinni hvort nokkuð heyrir þar.
- 4) **Mikil umferð** bifreiða, gangandi vegfarenda og jafnvel flugvéla **kemur oft í veg fyrir að hægt sé að hljóðhlusta að degi til** og þá verður að grípa til erfiðrar, leiðinlegrar og einkum kostnaðarsamari vinnu að næturlagi eða utan venjulegs vinnutíma.
- 5) Sama á við um hlustanir við hávaðasama vinnustaði, t.d. prentsmiðjur og verk-smiðjur og í nágrenni við stórvatnsnotendur, t.d. frystihús og þvottalaugar og einnig geta þrýstíminnkarar og dælur valdið miklum hávaða, jafnvel víðs fjarri staðsetningu sinni. Verulegar útvarpstruflanir geta verið á vissum svæðum.
- 6) **Veðurskilyrði eru oft erfið** hér á landi, vindur, snjór og ísing, sem hamlað getur hljóðhlustun.

Þrátt fyrir augljósar hættur og takmarkanir verður að telja að þessi aðferð sé vænleg til árangurs hérlendis, einkum í minni vatnsveitum, þar sem tækjabúnaðurinn er einfaldur og aðstæður hugsanlega þannig að hann er ekki notaður nema örfá skipti á ári.

8.4.2 Önnur hljóðhlustun

Leit að bilunum í vatnslögnum felst oft að miklu leyti í því að **leita að bilana-hljóðum**. Slík lekaleit, upphafsleit að bilunum á kerfisbundinn hátt á ákveðnum svæðum eða í ákveðnu hverfi, fer þannig fram að hlustað er með sérstökum hlustunartækjum á öllum eða sem flestum snertiflötum við dreifikerfið.

Hlusta skal á alla loka, brunahana, brunahanaloka, tæmingarloka, loftloka, heimæðarloka eða beint á götuæðum eða heimæðum ef kostur er, jafnvel við inntök inni ef henta þykir. Algengt er að skella á mælingu hér og þar, ef grunur er um bilun. Ef mikill hávaði mælist með hlustunartækjum má telja sennilegt að bilun sé í nánd, en hafa ber í huga að hávaði getur einnig stafað af ýmsu öðru. Vatnsnotkun í nánd, dælur, vélar og margt fleira skapar hávaða í dreifikerfinu og einnig geta komið upp truflanir vegna útvarpsbylgna og rafmagns. Hávaðasama staði þarf því að kanna nánar og jafnvel endurmæla síðar og huga að umhverfinu. Algengt er að nota þessa aðferð í tengslum við lekaleitartölvu, sjá kafla 8.5.

Hlustunartækin sem notuð eru við þessa hljóðhlustun er rafeindabúnaður sem samanstendur af hljóðnema, magnara og heyrnartæki. Á hljóðnemanum er oftast segull til að festa nemann við það sem hlusta skal. Oft er með þessum tækjum búnaður til að sía burt óæskileg hljóð og einnig mælikvarði er sýnir hljóðstyrk, annaðhvort með vísi eða stafrænt. Hlustunartækin þurfa að nema hljóð á bilinu 0,3-1,0 kHz, þ.e.a.s. hljóð sem eru að berast frá bilun út eftir vatnslögninni. Velja má milli margra gerða af nemum eftir því hvað hlusta skal, t.d. til að setja beint á loka en einnig eru til nemar sem greina hljóð beint úr vatnskerfinu með því að tengja við brunahana.

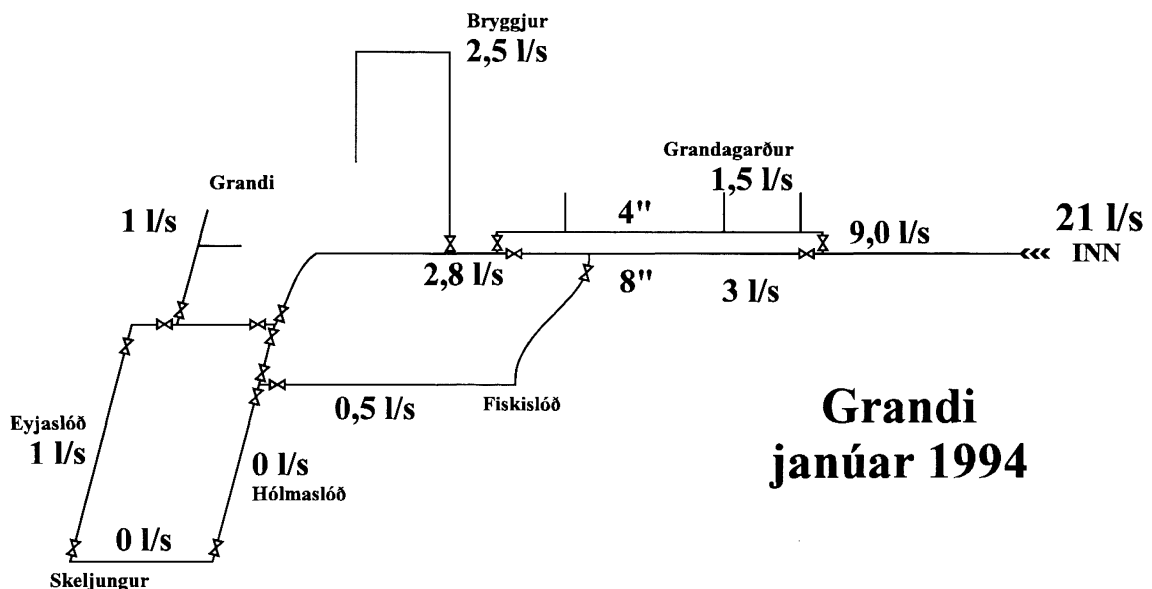
Auk þessa eru til rafeindaprjónar og stafir af ýmsum stærðum og gerðum, sem nota má til að hlusta. Eins og áður sagði er gamli góði hlustunarstafurinn (hol stöng) enn vinsæll í Bretlandi.

Séu hlustunartæki t.d. sett á brunahana má oft greina hvort bilun sé í nánd. **Mjög mikill hávaði gefur vísbendingu um að bilun sé nærri, en segir ekkert til um stærð bilunar eða staðsetningu.** Rétt er að taka fram að leitað er eftir lekahljóði, suði, en ekki bara einhvers konar hávaða, því að margskonar hljóð geta borist eftir vatnslögnum, t.d. er mjög algengt að rennslishljóð frá fráveitu heyrir greinilega og mörg önnur hljóð.

Aðferðin við hljóðhlustun af þessu tagi er í sjálfu sér einföld og reynist oft vel til að nálgast bilun, en segir ekki til um nákvæma staðsetningu hennar. Margir þættir takmarka notagildi hennar og má þar einfaldlega benda á að mjög mislangt er milli hlustunarstaða, þannig að stórar gloppur geta myndast í annars samfelldri hlustun t.d. eftir ákveðinni götu. Einnig **heyrir afar misjafnlega í bilunum**, eins og áður hefur komið fram og algengt er að **minna heyrir í stórum bilunum en smáum**. Að auki er rétt að benda á að mjög misjafnlega heyrir í spinnlum í lokum. Séu t.d. 4 spinnlar við vegamót, kann að heyrast mjög vel í sumum en jafnvel illa í öðrum.

8.4.3 Rennslismælingar

Áður hefur verið fjallað um tölvuskráningu rennslismælinga og notagildi þeirra við bilanaleit, sjá 7. kafla. Hér skal einungis áréttað að með einföldum lokunum á afmörkuðum svæðum, t.d. heilum hverfum, götum eða minni lagnahlutum eftir aðstæðum má meta rennsli inn í þessi svæði. Þetta hefur reynst ómetanleg stoð í bilanaleit til að leggja áherslur á hvar eigi að leita. Allar vatnsveitur ættu að hafa að minnsta kosti einn mæli er sýnir heildarrennsli. Rétt er að áréttað að minnsta næturrennsli á ákveðnu svæði gefur vissa hugmynd um hámark þeirra leka sem þar kunna að leynast. Til að sýna hvernig fara má að verður tekið fyrir dæmi um næturlokun í Örfirisey í Reykjavík 14. janúar 1994, en árangur þeirrar næturlokunar má sjá á mynd 8.4.1.

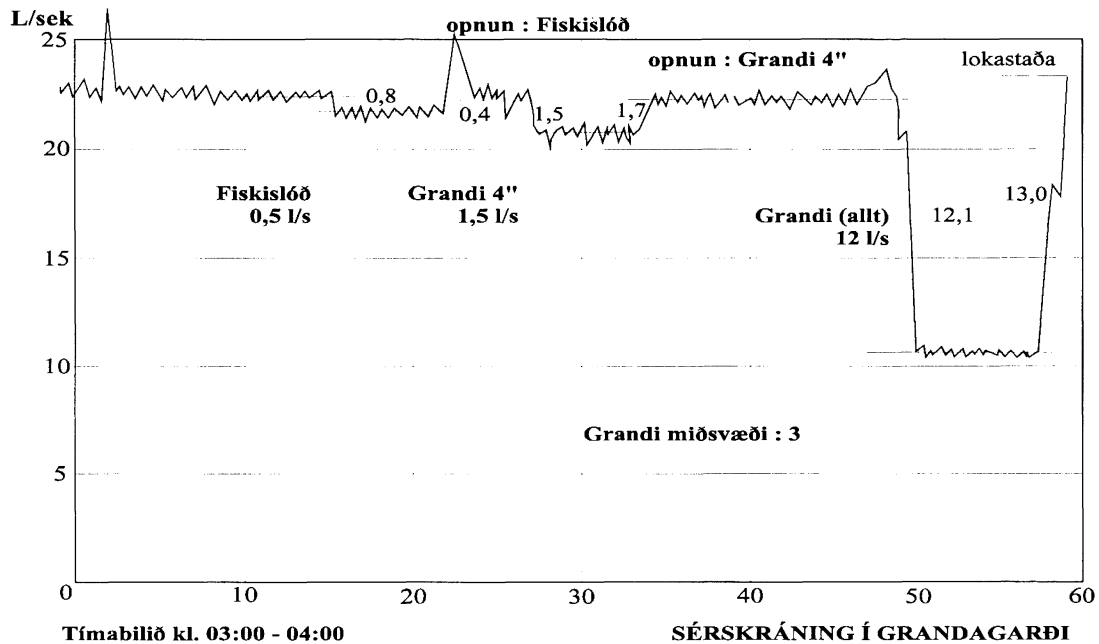


Mynd 8.4.1 Árangur næturlokunar í Örfirisey í janúar 1994.

Lokanir eru oftast gerðar að næturlagi til að raska sem minnst starfsemi notenda, en þá eru þeir starfsmenn sem sjá um lokunina oftast orðnir þreyttir, þannig að meiri hættu er á að eitthvað ruglist, t.d. að farið sé á rangan loka eða opnað í stað þess að loka osfrv., ef aðgerðin er ekki vel undirbúin.

Mikil þægindi eru í því að hafa tölvuskráningu gagna við lokunaraðgerðir, þá má sjá strax hvernig til hefur tekist við lokanir og jafnvel teikna niðurstöður. Yfirleitt fást rennslistölur sem 10 mínútna meðaltöl. Við lokanir er mjög þægilegt að geta stillt tölvu á sérskráningu og fengið rennslistölur örar t.d. á 1 mínútu fresti. Þetta gefur möguleika á að flýta mjög fyrir allar lokanir, því að ella þarf að bíða svo lengi eftir tölum. Einnig getur verið ágætt að einn maður sé inni og vakti tölvuna meðan lokað er og láti vita jafnóðum og jafnvægi er komið á eftir lokun og eins hvort allt sé með felldu. Mynd 8.4.2. sýnir hluta tölvuútskriftar frá næturlokuninni í Örfirisey.

8.4.6



Mynd 8.4.2. Hluti tölvuútskriftar frá næturlokun í Örfirisey í janúar 1994.

En þó svo að tölvuskráning rennslis sé ekki fyrir hendi má notast við venjulegan rennslismæli og fylgjast þá með rennslis með klukku í einhvern ákveðinn tíma.

Nauðsynlegt er að undirbúa vel lokunaraðgerðir áður en til þeirra kemur. Reynslan hefur kennt mönnum að ef eitthvað getur farið úrskeiðis þá gerist það. Góð regla er að skrá fyrirfram niður röð lokana og merkja við þegar lokað er fyrir og opnað aftur og skrá réttan tíma. Mjög erfitt getur reynst að leiðrétta vitleysur eftir á ef tími hvernar aðgerðar er ekki nákvæmlega skráður. Tafla 8.4.1 sýnir hluta undirbúnings fyrir lokun í Örfirisey í janúar 1994. Ástæða er að leggja áherslu á að athuga vel þá loka sem nota á, áður en að næturlokun kemur.

Áætlun um lokun að næturlægi í Örfirisey.

- | | | |
|----|---|----------------|
| 1) | Loka fyrir vatn í Hólmaslóð, frá Fiskislóð að loka utan við Skeljung. | 2 LOKAR |
| 2) | Loka fyrir vatn í Skeljung með því að loka vestast í Eyjaslóð. | 1 LOKI |
| 3) | Loka fyrir vatn í Eyjaslóð með því að loka austast í Eyjaslóð | 1 LOKI |
| 4) | Loka fyrir vatn í Járnbraut. Þá lokast fyrir Granda. | 1 LOKI |
| 5) | Loka fyrir Grandabryggju, Grandagarð 18, vöruskemmur og bryggjur. | 2 LOKAR |
| 6) | Loka fyrir Grandagarð/Hólmaslóð milli Fiskislóðar og lokapars við 55. | 4 LOKAR |
| 7) | Loka fyrir vatn í Fiskislóð milli Granda og Hólmaslóðar. | 2 LOKAR |
| 8) | Loka fyrir 4" í Grandagarði milli nr. 19 og 55. | 2 LOKAR |
| 9) | Loka fyrir Grandagarð við nr. 19. | 2 LOKAR |

OPNA ALLT

Tafla 8.4.1 Undirbúningur lokunar í Örfirisey í janúar 1994.

Tafla 8.4.2 sýnir að hluta hvernig gögnum frá þeirri næturlokun var safnað. Enn skal áréttað að skrá allar aðgerðir og tímasetningar á blað.

Lokun í Örfirisey í janúar 1994.

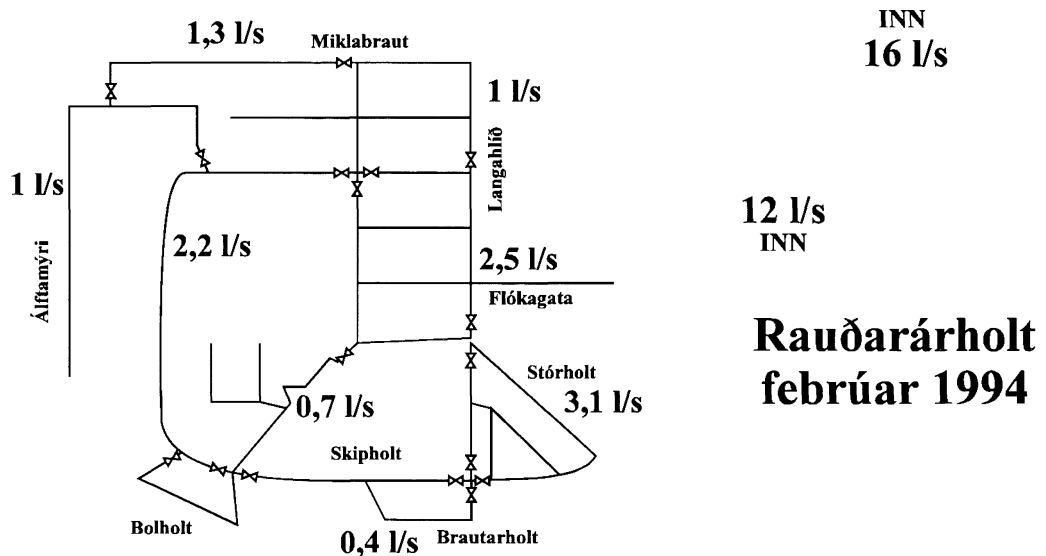
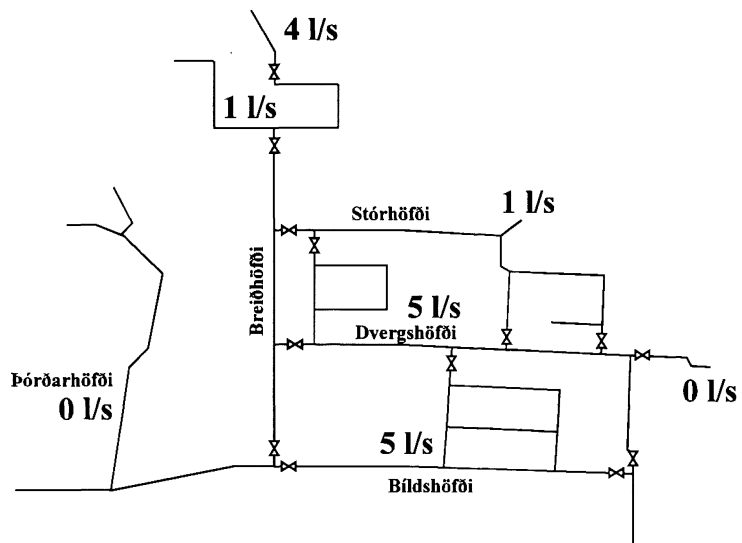
lokur	lokað fyrir	opnað
Hólmaslóð/Fiskislóð	1.24	2.09
Hólmaslóð við varðskýli	1.28	1.53
innst í Eyjaslóð	1.39	1.51
Eyjaslóð/Járnbraut	1.48	2.05
Járnbraut/Hólmaslóð	2.01	2.27
Hólmaslóð/Fiskislóð	2.13	2.26
Hólmaslóð/Grandi	2.18	3.08
Grandabryggja, syðri	2.21	2.59 suð
Grandabryggja, nyrðri	var lokaður	3.00 opnað örlítið, suð
Grandi 4" við nr. 55	2.43	3.34
Grandi 8" við nr. 55.	2.45	2.56 suð
Fiskislóð/Hólmaslóð	3.11	3.30
Fiskislóð/Grandagarður	3.15	3.22
Grandi 4" við nr. 19.	3.27	4.06
Grandi 8" við nr. 19.	3.50	3.58 mjög rólega

Tafla 8.4.2. Skráning gagna við næturlokun í Örfirisey í janúar 1994.

Þegar búið er að ákveða að loka af eitthvað svæði er að mörgu að huga áður en kemur að sjálfri lokuninni:

1. Kanna þarf hvort allir lokar sem nota skal séu aðgengilegir, þ.e. að þeir séu ekki undir biki eða huldur jarðvegi og hvort þeir séu nothæfir, þ.e. hvort hreinsa þurfi lokahúsið um lokann eða spindilinn.
2. Við allar flóknari lokunaraðgerðir er gott að hafa yfirlitsmynd eða teikningu er sýnir lagnir á svæðinu og lokana sem á að nota.
3. Sumir lokar eru öfugir og er því eins gott að standa klár á slíku og merkja á teikningu, því að annars er hætta á að lokunin fari út um þúfur.
4. Gæta verður sérstaklega að því að lokun hindri ekki rennsli inn í hól sem síðar á að loka. Ef svo er mun það leiða til óeðlilegrar niðurstöðu.
5. Ef vafi leikur á að hól verði vatnslaust við lokun er rétt að athuga með því að kanna brunahana, ef hann er fyrir hendi eða þá hjá einhverjum notenda.
6. Alltaf þarf að huga að því að enginn stórnotandi sé að nota vatn á lokunartíma, bæði til að valda ekki skaða og sem minnstum óþægindum fyrir notendur og einnig til að flækja ekki um of túlkun mælinganna eftir á.

Ártúnshöfði október 1994



Mynd 8.4.3 Dæmi um næturlokanir.

Vert er að nefna að þegar kemur að úrvinnslu lokunaraðgerða, þ.e. að meta hversu mikið raunverulega rennur í hin ýmsu hólf geta undarlegustu niðurstöður komið í ljós. Ef allt er með felldu fæst á einfaldan hátt rennsli í hvert hólf. Þegar undarlegar tölur koma fram er vert að íhuga hvort farið hafi verið á rétta loka, hvort einhver loki sé öfugur eða að verið sé að svelta eitthvert annað svæði. Á svæðum, þar sem mikið er um verslanir, heilsuhús og aðra vatnsnotendur, geta allskonar niðurstöður komið fram. Þá geta lokar svikið og einnig vaknar stundum grunur um óvæntar tengingar eða að draugalagnir séu til staðar.

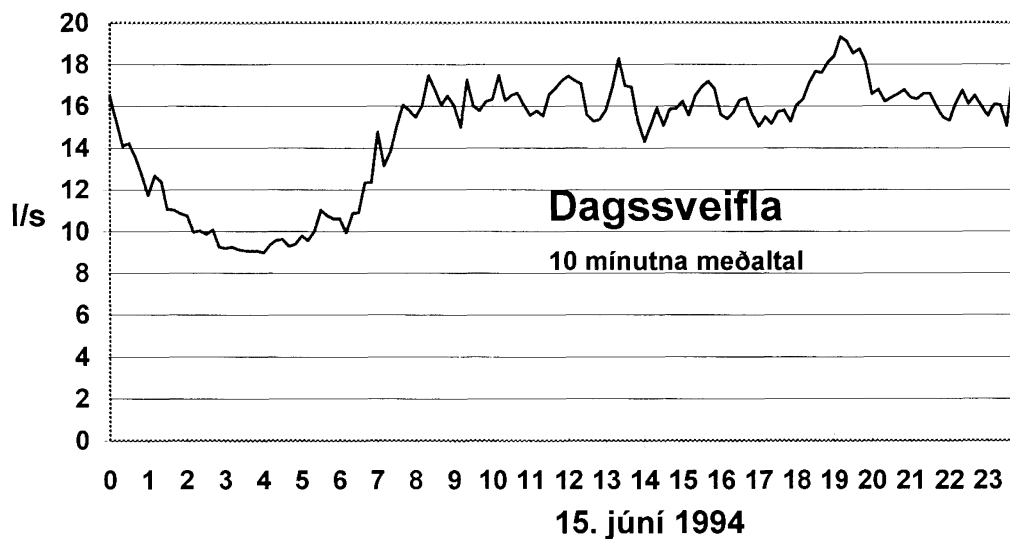
Ef enginn rennslismælir, sem mælir vatn til veitu, er fyrir hendi, má oft bjarga sér (til bráðabirgða) með einfaldari búnaði.

Þar sem aðstæður henta má mæla rennsli milli tveggja brunahana. Það svæði sem mæla á rennsli í er lokað af, eins og áður var lýst. Laus rennismælir er settur á slöngu, sem tengd er milli brunahana, annar innan svæðis en hinn fyrir utan og rennsli mælt. Kemur þá strax í ljós hvort um óeðlilegt rennsli er að ræða á þessu tiltekna svæði. Þessi aðferð er þó seinleg og dýrt er að binda vinnuflokk í langan tíma.

Þá má einnig hugsa sér að nota tankbíl með mæli í þessum tilgangi og dæla á lokað svæði.

Ýmsir framleiðendur selja búnað til að nota við lokanir eins og lýst var hér á undan. Þessum búnaði fylgir oft úrvinnslu-pakki, sem tengja má við PC-tölvu. Með þessum búnaði má t.d. fá fram minnsta næturrennsli, hámarksrennsli, sjá breytingar við lokanir og teikna niðurstöður.

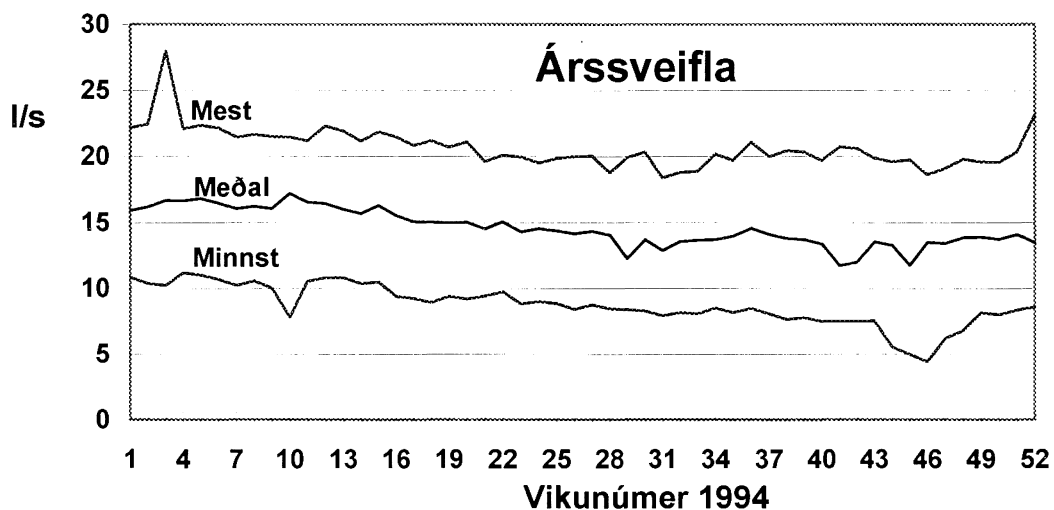
Eins og áður sagði er algengt að sjálfvirk tölvuskráning gagna gefi meðalrennsli í l/s á 10 mínútna fresti. Á mynd 8.4.4 og 8.4.5 eru sýnd dæmi um útskrift úr tölvuskráðu vaktkerfi. Sýnd er dags- og árssveifla í Skólavörðuholti í Reykjavík.



Mynd 8.4.4 Dagssveifla í Skólavörðuholti, 15. júní 1994.

Mynd 8.4.4 sýnir dæmigerða sólarhringsnotkun í hverfi með blandaðri notkun vatns. Rennsli fellur ört eftir miðnætti og er í lágmarki milli 2 og 6, en vex síðan hratt aftur. Minnsta næturrennsli er um 9 l/s og er mælikvarði á efri mörk leka í hverfinu. Áberandi mest vatnsnotkun er um kvöldmatarleytið, en minnkar hægt um kvöldið, sennilega vegna matsölustaða og kráa. Greina má örlítinn sjónvarpstopp upp úr kl 1.

8.4.10



Mynd 8.4.5 Árssveifla í Skólavörðuholti 1994.

Mynd 8.4.5 sýnir vikumeðaltal yfir rennsli í Skólavörðuholtinu 1994. Sýnt er mest, meðal og minnsta meðalrennsli hvernar viku. Greinilega sést hvernig rennslið smáminnkar út árið.

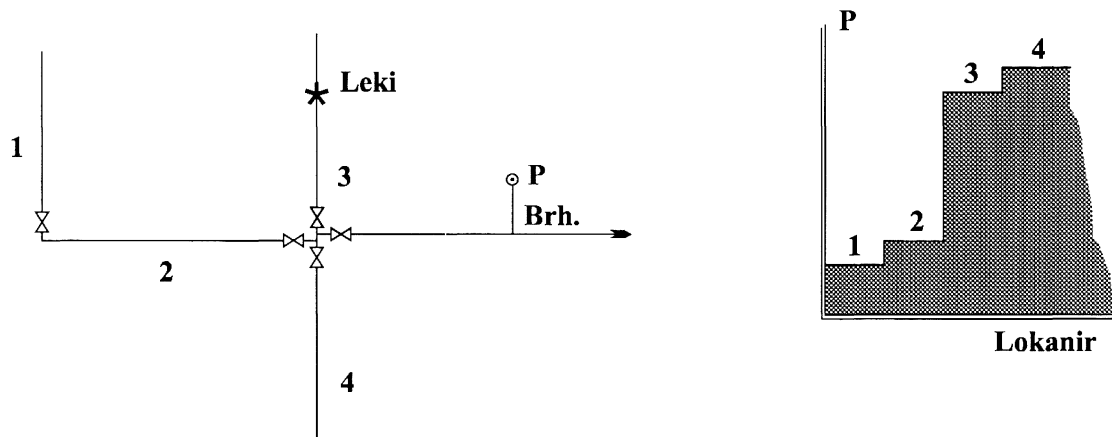
8.4.4 Þrýstimælingar

Það er vel þekkt staðreynd að þrýstingur í vatnslögn fellur í nágrenni við bilun, því meira sem bilunin er alvarlegri. Ekki er hægt að segja að algengt sé að nota þrýstimælingar við bilanaleit, því að aðrar aðferðir eru oftast hentugri og einkum fljótverkari til að ná árangri. Engu að síður kemur það fyrir að grípa þurfi til þeirra.

Tilvikin þar sem þessar mælingar henta eru auðvitað misjöfn en benda má á nokkrar aðferðir til að nálgast bilanir:

- 1) Samanburður þrýstimælinga á nokkrum stöðum t.d. í hverfi eða götu, einkum á plastheimæðum gefur oft til kynna hvort eitthvað óeðlilegt er á ferðinni, en gefur ekki nákvæma staðsetningu. Þetta getur þó oft nægt til að ákvarða að ákveðinn heimæð sé biluð.
- 2) Með nánari þrýstimælingum, t.d. gengið hús úr húsi og þrýstimælt, er hægt að þrengja svæðið um bilunina og enn betur ef spáð er í ýmsa þrýstiútreikninga með gögnunum.
- 3) Þá er hugsanlegt að nota megi þrýstimælingar til að finna bilanir á aðveituæðum með því að skoða þrýstitapið á leiðinni.

Hjá veitum þar sem rennslismælar eru ekki fyrir hendi og lítill tækjakostur til leka-leitar má nota þrýstimæli í stað rennslimæla til að gefa vísbendingu um hvar bilanir eru. Lokað er fyrir svæði eða hólfi í fyrirfram ákveðnum áföngum og þrýstingur mældur utan hins lokaða svæðis, t.d. á brunahana, sjá mynd 8.4.6. Hækki þrýstingur markvert þegar lokað er fyrir má vænta þess að bilun sé í hólfinu. Því meira sem þrýstingurinn hækkar því alvarlegri er bilunin. Með þessu móti náðist verulegur árangur í lekaleit á Patreksfirði.



Mynd 8.4.6 Þrýstimæling á afmörkuðum svæðum.

Vert er að nefna skemmtilegt dæmi um þetta frá Vestmannaeyjum, þar sem vitað var um alvarlega bilun í íbúðagötu, sem er í talsverðum halla. Bilunin fannst með því að loka fyrir loka neðst í götunni, fylla á lögnina ofan frá og loka síðan fyrir þar líka. Eftir að jafnvægi var komið á var gengið í hús og þrýstimælt. Ofan við bilunina var þrýstingslaust, þannig að auðveldlega mátti staðsetja bilunina.

Stundum er ekki vitað hvort dræmt rennsli í vatnslögn er t.d. vegna leka eða stíflu. Þá getur verið gott að þrýstimæla ef hægt er að koma því við.

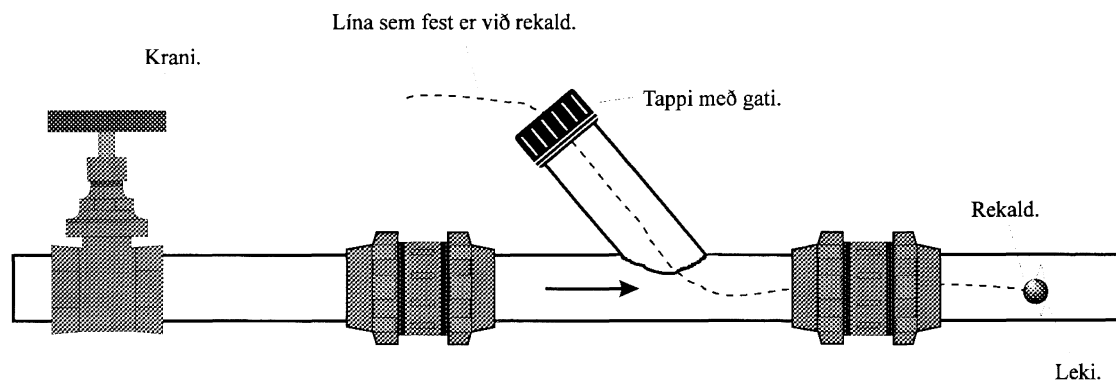
8.4.5 Hitamyndavél

Til er í landinu myndavél, einskonar videóvél er tekur hitamyndir, innrauðar myndir. Þessi myndavél skynjar hita, hitamun, og því er oft auðvelt að rekja og staðsetja heitar lagnir, hitaveitu og frárennsli í veggjum og gólfum húsa og einnig hitalagnir í stéttum og bílaplönnum. Hitaveitulagnir í götum og gördum koma einnig oft vel fram. Á hitamyndum koma þessar heitu lagnir fram sem ljósar rákir og bilun á þeim verður því sem einskonar ljós klessa umhverfis bilunina.

Notkun þessarrar tækni við leit að bilunum á köldu vatni er mjög takmörkuð, því að sáralítill hitamunur er á lögnum í kaldavatnskerfinu og umhverfinu. Þó er hugsanlegt við vissar aðstæður t.d. þar sem heitavatnslagnir og kaldavatnslagnir liggja saman að bilun á kaldavatnslögn komi fram á hitamynd vegna kælingar umhverfis heitavatnslögnina.

8.4.6 Ídráttaraðferðir

Við vissar aðstæður, þar sem erfitt er að beita öðrum aðferðum, hefur reynst unnt að finna bilanir með því að setja inn í vatnslögnina tappa eða rekald í bandi og láta rekaldið berast með flaumnum. Rekaldið staðnæmist þá við bilunina, ef tryggt er að enginn notandi er að nota vatn. Einungis þarf þá að mæla á bandinu fjarlægð að biluninni. Ýmsar útfærslur eru hugsanlegar á þessu en flestar krefjast þær þess að grafið sé niður á lögnina, hún gerð vatnslaus og tekin í sundur og útbúinn aðstaða til að setja einhverskonar rekald inn í lögnina, sjá mynd 8.4.7. Sjálft rekaldið fer eftir stærð lagnarinnar sem bilunin er á og vatnshraða, en getur t.d. einfaldlega verið fyllt flotholt eða öfugur tappi af brúsa. Þessi aðferð hefur einkum reynst happadrjúg við leit að bilunum á plastæðum.



Mynd 8.4.7 Tengistykki fyrir ídráttaraðferð.

Einnig mætti hugsa sér að setja inn í lagnir tæki er mælir vatnshraða. Hugmyndin er sú að færa tækið eftir vatnslögninni og fylgjast með rennslis hraðanum. Rennslis-hraði eykst er tækið nálgast bilun og minnkar síðan aftur þegar farið er framhjá, ef engar óreglur eru í vatnslögninni.

8.5 Tölvubúnaður í lekaleit

8.5.1 Framfarir í lekaleit

Lekaleitartölva, Correlator, er eitt af þeim hjálpartækjum, sem notuð eru í dag við bilanaleit hjá vatnsveitum víða um heim. Notkun tölvu í lekaleit er fremur nýleg, það var ekki fyrr en upp úr 1975, sem breskum verkfræðingum hjá Palmer í Bretlandi í samvinnu Water Research Center, þar í landi, tókst að búa til fyrsta tækið. Stærð þessa tækis var slík að það þurfti stóran sendibíl hlaðinn tækjum og snúrum til að það virkaði og mælitími hverrar mælingar var mældur í klukkustundum. Gerð þessarar tækja leiddi til algerrar byltingar í bilanaleit. Þróun tækjanna var hæg í upphafi en eftir 1985 koma á markað ýmsar gerðir af öflugum lekaleitartölvum á stærð við litla ritvél.

Augljósir kostir lekaleitartölva eru margir, en hér skal einungis nefna fáeina:

- 1) **Sá tími sem fer í bilanaleit á hverjum stað minnkar mjög verulega** frá því sem áður var. Algengt er að mæling með tölvunni taki innan við 10 mínútur.
2. **Staðsetning bilunar er nánast óháð duttlungum mælingamanna.** Háþróað tæki, sem byggir á jarðeðlis- og eðlisfræðilegum þáttum ásamt tölvuúrvinnslu á staðnum, staðsetur bilunina mjög nákvæmt og oft fæst um leið staðsetning annarrar bilunar. Þessi aukna nákvæmni leiðir til verulegs sparnaðar, þar sem fjöldi þurra hola, mistaka, minnkar verulega.
- 3) **Með tölvunni má finna bilanir á vatnskerfum þar sem enginn grunur eða sýnilegur vottur er um bilun.**

8.5.2 Nauðsynleg skilyrði fyrir lekaleitartölvur

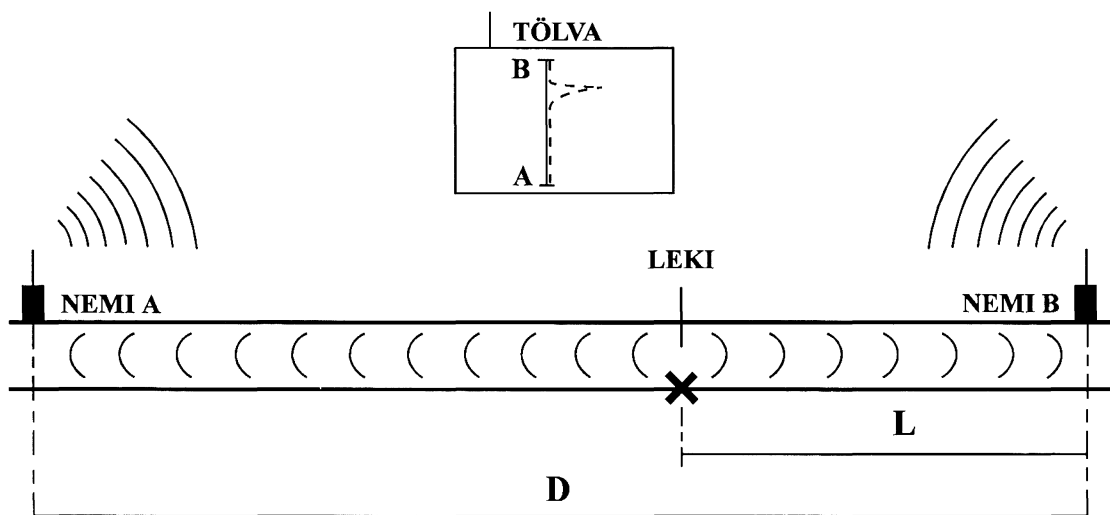
Þegar vatn sleppur út um vatnsfyllta lögndir þrýstingi myndast hljóð, lekahljóð, við gatið. Til að hægt sé að finna bilanir með lekaleitartölvu verða 3 grunnskilyrði að vera uppfyllt:

- 1) **Nægilegt lekahljóð verður að myndast við bilunina.** Hér skiptir öllu máli hvernig bilunin er, t.d. myndar mikil og alvarleg bilun oft mun minna hljóð en lítil bilun. Gerð fyllingar umhverfis vatnslögn stjórnar að hluta myndun og varðveislu lekahljóðs, þannig myndast oftast sterkara lekahljóð umhverfis þéttan velpakkaðan jarðveg heldur en um laust efni og hraun.

- 2) **Lekahljóð verður að berast eftir vatnslögn.** Lekahljóð berst eftir vatnslögnum á tvennan hátt. Annarsvegar berst lekahljóð eftir sjálfri vatnslögninni og hins vegar um vatnið í pípunum. Að mestu er það svo að í málmkenndum lögnum berst hljóðið um lögnina sjálfa en í plastkenndum lögnum berst það eftir vatninu, sbr. mynd 8.3.2, sem sýnir hversu langt hin ýmsu lekahljóð berast í mismunandi pípugerðum. Í raun takmarkar þetta skilyrði mjög notagildi lekaleitartölvu í plastlögnum.
- 3) **Lekahljóð frá sömu bilun verður að mælast við báða enda þeirrar lagnar sem verið er að skoða.** Þar sem lekaleitartölvun ber saman lekahljóð frá tveimur hljóðnemum umhverfis bilun, þá verður hljóð að berast að báðum nemunum, ekki nægir að gott hljóð berist frá öðrum nemanum.

Ef vel tekst til getur tölvan fundið bilun út frá lekahljóði jafnvel þótt mannlegt eyra greini hljóðið ekki. Einkum tvær gerðir nema eru notaðar með lekaleitartölvum. Önnur gerðin nemur hljóð úr vatninu sjálfu og er aðallega notuð við að staðsetja bilanir á plastlögnum. Þessir nema eru mjög næmir og fremur óháðir aukahljóðum t.d. frá vindi og umferð, en ókostur að tengja verður þá beint við lögn, t.d. um brunahana og oft myndast lekahljóð við slíkar tengingar. Hin gerðin nemur hljóð úr sjálfri lögninni. Helsti kostur við notkun þeirra er hvað auðvelt er að nota þá, þeir eru tengdir við lagnir með segli. Helstu ókostir er minni næmni á plastlögnum og þeir nema einnig hljóð frá umhverfinu, t.d. umferð og vind. Að auki eru þeir mjög viðkvæmir fyrir hnjaski af völdum áverka.

En hvernig starfar lekaleitartölva? Hvað er það sem gerir þetta tæki svo áhrifaríkt við bilanaleit? Á mynd 8.5.1 er sýnd uppsetning lekaleitartölvu.



Mynd 8.5.1 Uppsetning lekaleitartölvu.

Á mynd 8.5.1 má sjá hvernig lekahljóð berst sem þrýstibylgjur í báðar áttir út frá bilun. Hraði þessa hljóðs fer að mestu eftir stærð og gerð þeirrar lagnar sem vatnið streymir eftir. Til að staðsetja þessa bilun er tveimur hljóðnema komið fyrir á lögninni umhverfis bilunina. Lekahljóð berst eftir lögninni, fyrst að öðrum nemnum (fjarlægð L frá leka) og síðan að hinum. Það myndast því viss tímamunur milli þess að lekahljóð berst að báðum nemum. Ef hraði hljóðbylgju eftir lögn er táknaður V og tímamunur T má skrifa heildarlengd milli hljóðnema sem:

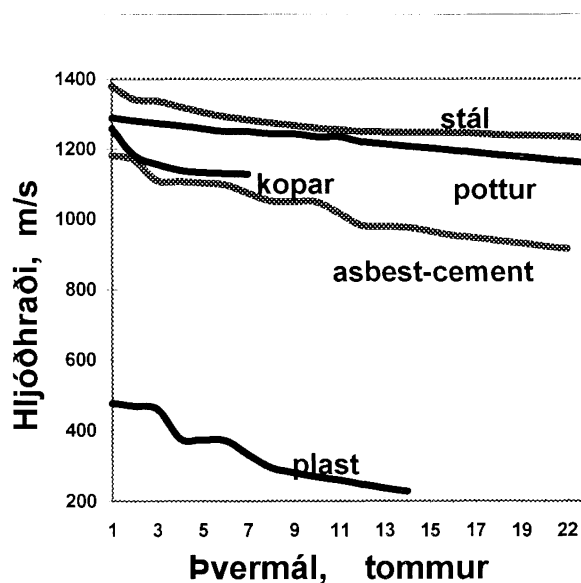
$$D = 2L + (V * T)$$

en þetta má umskrifa sem:

$$L = - \frac{D - (V * T)}{2}$$

Fjarlægð D milli nema er mæld á staðnum, t.d. með mælihljóli eða málbandi. Hraði V er talinn þekktur. Hraðinn er fyrst og fremst háður gerð lagnar og sverleika. Töflur með hraða í ýmsum efnum eru varðveittar í forriti í tölvunni, sjá mynd 8.5.2, er sýnir dæmi um hljóðhraða í nokkrum algengum lagnagerðum sem fall af pípuþæð, bæði í töflu og myndrænt. Einungis þarf þá að gefa upp gerð og stærð lagnar til að réttur hljóðhraði sé notaður. Til að staðsetja bilun þarf því einungis að ákvarða tímamun T, en það er einmitt það sem tölvun gerir. Tölvun ber saman lekahljóð úr tveimur áttum (correlation), leitar eftir hljóðmynstrum, sem eru nægilega eins, og finnur þann tímamun sem er á komu þeirra til nemanna og reiknar að lokum út hvar bilunin er. Gæði lekahljóðs skiptir mestu máli við staðsetningu leka. Minna máli skiptir hvort heyrir hátt eða lágt í leka og því hafa óregluleg hljóð frá umferð og vindi lítil sem engin áhrif.

	Pottur	Stál	As-ce	Plast	Kopar
1	1288	1379	1181	476	1258
2	1280	1342	1168	468	1182
3	1273	1337	1109	460	1155
4	1265	1319	1106	376	1138
5	1257	1304	1102	373	1132
6	1250	1291	1098	370	1129
7	1250	1283	1074	332	1128
8	1242	1274	1051	294	
9	1242	1266	1049	280	
10	1234	1259	1049	268	
11	1234	1254	1015	259	
12	1219	1249	981	248	
13	1213	1247	978	236	
14	1207	1246	976	229	
15	1201	1246	965		
16	1195	1246	953		
17	1189	1243	945		
18	1183	1240	937		
19	1177	1238	930		
20	1170	1237	922		
22	1164	1234	914		
24	1158	1231			



Mynd 8.5.2 Hljóðhraði í nokkrum algengum lagnagerðum.

8.5.3 Mælingar með lekaleitartölvu

Aðferðin við bilanaleit er í grófum dráttum á þá leið að ekið er um og hlustað með næmum hlustunartækjum sem víðast í dreifikerfinu, t.d. á lokum, brunahönum eða aðallögnum ef kostur er og leitað eftir lekahljóðum. Finnist lekahljóð er reynt að gera sér grein fyrir því hvar líkleg bilun kunni að leynast. Kort af dreifikerfinu er yfirleitt alltaf haft til hliðsjónar, en þar kemur meðal annars fram hvernig lega lagnar er, stærð hennar og gerð ásamt næstu tengistöðum fyrir nema, t.d. lokar eða brunahanar.

Því næst er 2 hljóðnemunum komið fyrir á lögninni sem næst hugsanlegri bilun og sinn hvoru megin við hana. Þessir nemar eru tengdir búnaði sem sendir hljóðmerkin þráðlaust í tölvuna í bílnum. Viðvörðunarskiltum er komið fyrir við hlustunarbúnaðinn og fjarlægð milli nemanna eftir lögninni er mæld með mælihjóli. Mælingabíl er komið fyrir sem næst mitt á milli nemanna og kveikt á tölvunni.

Tölvun er mötuð á upplýsingum um mæliaðstæður. Gefa þarf upp hversu margar gerðir lagna eru í mælingunni (ef mismunandi lagnagerðir eru á mælisvæði, plast, stál og fl.), en í einni og sömu mælingu mega vera allt að fjórar mismunandi gerðir lagna. Einnig þarf að gefa upp gerð hverrar lagnar í réttri röð og sverleika, en það kallar fram viðeigandi hljóðhraða í tölvunni fyrir þessa mæliuppsetningu. Að auki er gefinn upp nýmæld fjarlægð milli hljóðnema.

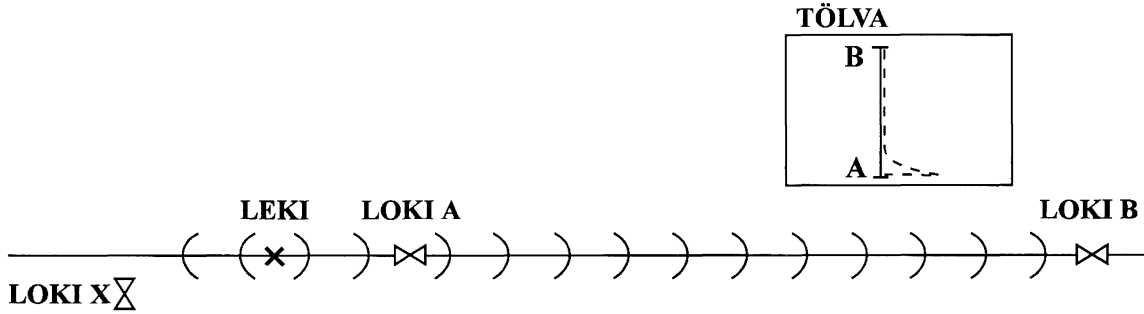
Eftir að tölvun hefur verið mötuð á þessum grunnupplýsingum um mæliaðstæður er hljóðið kannað, en það berst þráðlaust í tölvuna. Þessi könnun sýnir strax hvort gleymst hafi að kveikja á nemum, en auk þess sýnir hún myndrænt (og í heyrnartækjum ef óskað er) hversu mikið hljóð berst í hinar ýmsu síur þ.e. hvernig tíðnidreifing lekahljóðsins er. Á töflu 8.5.1 eru sýnd þau tíðnibil sem dæmigerð lekaleitartölva meðhöndlar.

Tíðnibil	Neðri mörk Hz	Efri mörk Hz
F0	50	100
F1	72	143
F2	145	288
F3	294	515
F4	511	818
F5	821	1188
F6	1208	1744
F7	1737	2344
F8	2320	3024
F9	2996	3793
F10	3783	4685
F11	4625	5729
F12	5740	7109
F13 ALLT	10	20000

Tafla 8.5.1 Tíðnibil lekaleitartölvu.

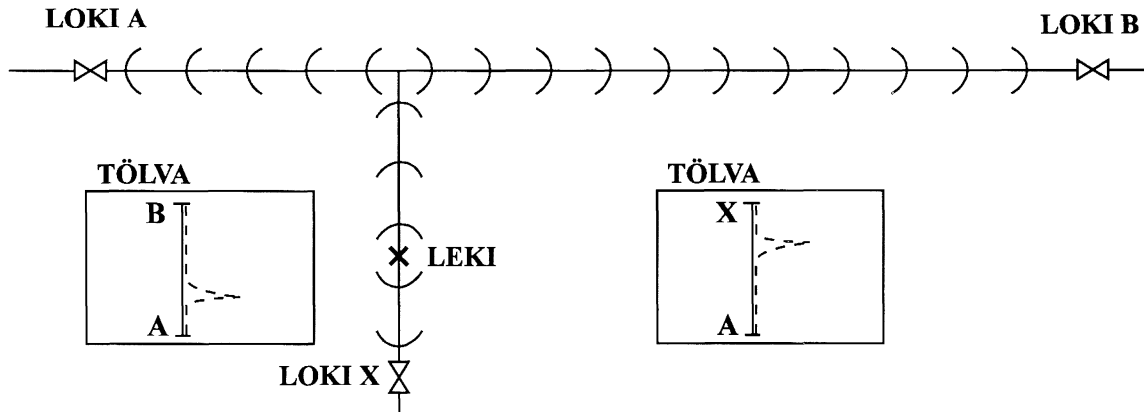
Sé allt með felldu er sjálfvirkt leitarforrit keyrt, en það leitar að bilun með því að bera saman hljóð úr báðum nemum fyrir hvert tíðnibil fyrir sig. Ef bilun finnst velur forritið besta tíðnisviðið og leitar aftur þar og kemur að vörmu spori með niðurstöðu í formi fjarlægðar frá öðrum nemanum. Vísbending um bilun er alltaf gefinn upp frá sama hljóðnema, hljóðnema A.

Eftir að þessi niðurstaða er fengin má stilla tækið handvirkt og safna gögnum til frekari stuðnings. Komi fram skýr vísbending um bilun er auk þess stillt á frekari leit á þröngu svæði við bilunina og tækið látið kanna nánasta umhverfið betur. Til að auka nákvæmni og/eða í vafatilfellum má auka mælitímann, jafnvel verulega og láta tölvuna malla á upplýsingunum. Komi fram vísbending um bilun utan mæli-svæðis í aðra hvora átt, þarf einungis að færa þann neman sem er fjær biluninni út fyrir bilunina í þá átt sem vísbending um bilun er úr og hefja nýja mælingu með nýjum gögnum. Á næstu myndum eru sýnd nokkur tilfelli mælinga.



Mynd 8.5.3 Einföld uppsetning tækja í lekaleit.

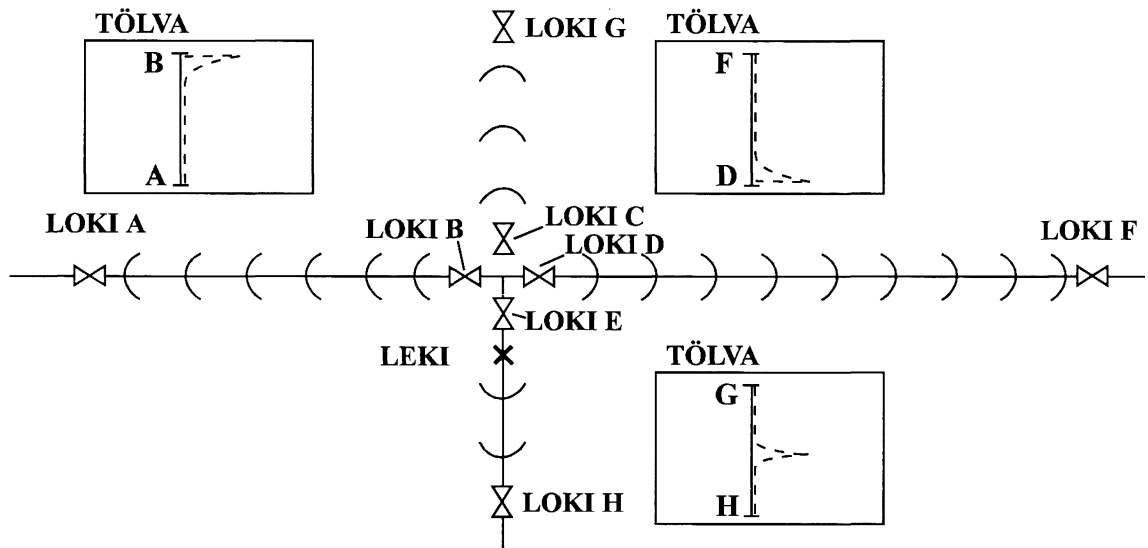
Hér er sýnd mæling milli tveggja punkta A og B. Tölvan finnur vísbendingu um bilun við eða handan við A. Færa þarf hljóðnema B og endurmæla.



Mynd 8.5.4 Bilun staðsett á hliðarlögn.

Mæling milli A og B gefur skýra vísbendingu um bilun. Með því að færa hljóðnema B og endurmæla með breyttri uppsetningu kemur rétt staðsetning í ljós.

8.5.6



Mynd 8.5.5 Mæling við gatnamót.

Vísbending um bilun nærri enda eða við loka er oft varhugaverð. Tvær mælingar hér, milli A og B og mæling milli D og F gefa vísbendingar um bilun við eða nærri enda, en hið sanna kemur strax fram í mælingu milli G og H.

Þessi tölvubúnaður hefur ekki einungis sannað ágæti sitt við nákvæma staðsetningu leka, bæði sýnilegra og einnig þeirra er koma ekki fram, heldur hefur hann einnig reynst afar drjúgt hjálpartæki við að staðsetja heimæðar sem ekki hefur verið unnt að hlusta út (einkum plastheimæðar) með því að láta renna inni og framkalla með því lekahljóð við áborun og mæla síðan.

Lekaleitartölva hentar mjög vel til að leita að bilunum í vatnskerfum, þar sem flestar lagnir eru úr efnum sem leiða vel hljóð, þ.e. stáli, potti og seigjárn. Notkun flestra lekaleitartölva er mun erfiðari í plastlögnum. Þetta stafar einkum af því að mælifjarlægð verður að vera mun styttri og oftast er jafnframt lengra milli loka. Að auki og það sem sennilega er verst er að uppgefinn hljóðhraði í tölvunni á sennilega ekki við um það plast sem notað er hérlandis og einnig að hljóðhraðinn er talsvert breytilegur eftir gerð jarðvegsfyllingar um plastið. Þegar við bætist að talsverða reynslu þarf til að meta aðstæður rétt hverju sinni, er tæplega hægt að mæla með því að lekaleitartölva verði staðalbúnaður í hverju áhaldahúsi.

8.6 Stoðtæki

Mörg tæki eru notuð sem hjálpartæki í daglegu starfi, þó svo að þau nýtist ekki beint við að staðsetja bilanir. Skal hér einungis getið þeirra helstu.

8.6.1 Staðsetningartæki

Margar gerðir staðsetningartækja eru til í dag. Flestar gerðir eru notaðar til að staðsetja járnlagningar eða aðrar lagningar er leiða rafstraum. Tækin byggja á því að senda merki inn á lögn með sendi og nema merkið annarsstaðar með móttakara.

Mælitækið er því notað á þann hátt að sendir er tengdur við lögn, ýmist með leiðslum eða þráðlaust, og leitað er að lögninni annarsstaðar með móttakara.

Ef tækið er beintengt þarf að tengja snúru frá senditækinu og að þeirri lögn sem sóna þarf og síðan aðra snúru úr senditækinu í jörð, til að loka hringrásinni. Móttökutækið er síðan notað til að leita að lögninni. Ef illa gengur þarf oft að fara tilbaka og athuga tengingar og jafnvel finna betri jörð.

Við þráðlausa notkun er kveikt á senditækinu nærri lögninni og byrjað að leita með móttökutækinu. Merkið frá senditækinu berst þá þráðlaust í lögnina sem leitað er að. Þessi tenging er yfirleitt ekki eins öflug og beintenging, en gagnast oft vel til að finna lagningar í jörðu, sem ekki er hægt að tengja beint við.

Margar gerðir eru til af slíkum tækjum, t.d. eftir því hvað verið er að leita að. Vandaðri gerðir þessarra tækja bjóða upp á fleiri en eina senditíðni og auk þess dýptarskynjun. Með þessum tækjum er oftast tiltölulega auðvelt að staðsetja götulagnir og heimæðar og jafnframt að finna hvar heimæðar tengjast götulögnum. Aðalskilyrðið er að lögnin, sem leita á að leiði rafstraum. Þessi tæki henta því ekki á plastlögnum. Ýmsir hafa sett á markað tæki til að finna plastlagningar, en þau eru ekki talin nægilega áreiðanleg og er því enn sem komið er ekki hægt að mæla með þeim.

Til að staðsetja plastlagningar er algengast að þræða í þær ídráttarvír eða leiðslu úr leiðandi efni og tengja staðsetningartækin við hann. Einnig eru til sérstök senditæki sem setja má á þar til gerðan kapal og setja inn í lögnina og staðsetja síðan með móttökutækinu.

Ekki skaðar að nefna að margir hafa getað bjargað sér með tvo einfalda teina, t.d. suðuvír. Sé gengið að lögn með teinana samsíða, fara þeir í kross yfir lögninni og svo tilbaka þegar komið er yfir. Mjög margt annað hefur áhrif á teinana, svo gæta verður varúðar.

8.6.2 Segulmælir

Segulmælar af ýmsum gerðum hafa lengi verið í notkun hjá vatnsveitum og áhaldahúsum um land allt. Segulmælar eru einkum notaðir til að finna loka og brunna er lent hafa undir malbiki eða öðrum jarðvegi eða týnst á einhvern hátt. Segulmælar gefa yfirleitt skýra svörun, gefa frá sér skarpan tón, í námunda við járn eða annað segulmagnað efni, og því er oftast auðvelt að finna það sem leitað er að, ef það er ekki mjög djúpt. Dýptarskynjun þessarar tækja fer mjög eftir því járnmagni sem um er að ræða. Ókostur er að flest þessarar tækja greina ekki á milli þess hlutar sem leitað er að og annarra málmkenndra hluta og getur því allskonar rusl villt um fyrir manni.

8.6.3 Leiðnimælir

Með leiðnimæli má mæla rafleiðni vökva, en hann er mjög háður magni uppleystra efna og hita í vökvanum, þ.e. hreinleika vökvans. Mælirinn er lítið tæki með tveimur rafskautum, sem stungið er í vökva (vatn). Tækið má nota nánast hvar sem er úti eða inni, einungis þarf að kveikja á því og stinga í vatn, svar fæst strax á talnaformi. Vatn í veitukerfi Vatnsveitu Reykjavíkur er mjög hreint og því er leiðni vatnsins lág.

Komi upp leki t.d. í götu, húsgrunni eða úti á grasflöt má á augabragði mæla leiðni vatnsins. Ef leiðnin er mjög lág, 30-60 ppm í Reykjavík má staðfesta strax að vatnið er úr veitukerfinu, en ef leiðnin er hærri er trúlegra að vatnið tilheyri einhverjum öðrum, t.d. hitaveitu, frárennsli eða grunnvatn eða blöndun, en leiðni á slíku vatni er yfirleitt mun hærri. Leiðnimælir gefur þannig ágætis fyrstu vísbendingu á lekastað, en segir ekkert til um hvar bilunin er.

Mjög auðvelt ætti að vera að búa til eigin kvörðun leiðnimælis víða um land með því að mæla leiðni á nokkrum mismunandi stöðum. Vert er að benda á að selta hefur veruleg áhrif á leiðni og því mælist t.d. leiðni í grunnvatni yfirleitt miklu meiri á Seltjarnarnesi en í Reykjavík.

8.7 Hvað bilar, hvernig og af hverju?

Bilunum má skipta í ýmsa flokka, t.d. er nærtækt að greina milli bilana sem sjá má á yfirborði og þeirra er aldrei koma upp. Leki á yfirborði jarðar getur komið upp víðs-fjarri þeim stað þar sem bilunin er. Við leka sem ekki kemur upp hverfur vatnið út í jarðveginn, í drenlagnir, í holræsi eða rennur á einn eða annan hátt burt frá biluninni. En hvað er það sem bilar og hversu alvarlegar geta bilanir orðið. Til að átta sig á þessu er hér stuttlega fjallað um nokkur helstu lagnaefni og bilanir er tengjast þeim og auk þess getið um nokkrar aðrar ástæður bilana.

8.7.1 Pottlagnir

Pottlagnir eru steypujárnspípur sem steypar eru í mótum. Pottlagnir eru settar saman á múffum, sem lokað er með því að blýpakka í þær. Fyrir kemur að þessi blýpakking losni og getur þá lekið talsvert. Algengustu bilanir á pottlögnum eru eflaust þverbrot, en þá brotnar lögnin þvert á rennslisstefnu oft allan hringinn og myndast jafnvel misgengi milli brotanna. Gjarnan er mikill leki tengdur þessum bilunum, oft um eða yfir 5 l/s, eftir stærð lagna og þrýstingi. Ástæður fyrir því að lagnir þverbrotna eru misjafnar, en rekja má þær til uppsafnaðrar spennumyndunar í lögnunum. Algengt var á árum áður að leggja tréklossa undir rörin er þau voru sett niður og stundum gleymdist að fjarlægja þá. Vatnslagnir liggja yfirleitt í sama skurði og holræsalagnir og oft liggja þær um botnstykki holræsabrunna, sem skapar aukið álag þegar frá líður. Aðrir algengir orsakavaldar eru misjafnt jarðvegsálag og umferðarþungi. Enn meir getur lekið ef myndast langrifa á pottlögnum. Tæringargöt hafa myndast í þessum lögnum og jafnvel eru til dæmi um að heilu stykkinn hafi fallið úr lögn. Viss öldrun á sér stað í pottlögnum þannig að með tímanum hverfur járníð og eftir situr kolefnið, sem morknar. Stundum er talað um að tálga megi lögnina þegar svo er komið. Alvarlegustu bilanirnar eru í pottlögnum.

8.7.2 Seigjárn

Seigjárnlagnir, Ductile, eru endurbætt steypujárnslagnir, þar sem m.a. magnesíum hefur verið bætt við, en það eykur til muna sveigjanleika þessarar lagna umfram pottlagnir. Þessar lagnir var fyrst farið að nota í kringum 1968. Helstu bilanir sem fram hafa komið eru tæringargöt, sem komið hafa við sérstaklega erfiðar jarðvegsaðstæður. Fáein dæmi eru um það að gúmmíhringur milli röra hefur lekið ef reynt er að sveigja lögn um of í beygjum. Í dag eru allar seigjárnlagnir vafðar plasti til að rjúfa tengsl við jarðvegsumhverfið.

8.7.3 Asbest

Asbestlagnir eru algengar víða um land, en lítið sem ekkert notaðar í Reykjavík. Vinsældir þeirra byggjast sennilega á því hversu auðvelt er að leggja þær. Þessar lagnir hafa átt það til að brotna illilega og getur orðið mikill leki á þeim. Erfitt hefur reynst að fá tengistykki við aðrar lagnir. Víða um heim er vinna við asbestlagnir talin varhugaverð, einkum þegar þarf að saga og fínt duft myndast, en það er talið krabbameinsvaldandi.

8.7.4 Stállagnir

Lang algengustu bilanir á stállögnum eru tæringargöt, sem myndast oftast vegna þess að hlífðarkápa úr biki eða vöfðum dúk og biki verður fyrir hnjaski af einhverju tagi. Á árunum eftir seinna stríð var flutt inn talsvert magn af stállögnum frá austan-tjaldsríkjum, þessar lagnir hafa reynst afar illa og jafnvel svo að segja má að sé til vandræða. Bilanir á stállögnum eru yfirleitt ekki mjög alvarlegar, þær byrja með litlu tæringargati, sem tekur langan tíma að stækka. Því getur slík bilun leynst árum saman.

8.7.5 Plastlagnir

Einkum tvær gerðir af plasti hafa verið í notkun, önnur er eldri en það er PEL plast (Polyetylen low density), sem hætt er að nota og PEH plast (Polyetylen high density) frá Reykjalundi. Mjög lítið er um það að plast sé notað í aðalæðar í Reykjavík, en allar heimæðar nýbygginga og við endurnýjun á heimæðum eldri húsa er ávalt notað PEH plast. Í Reykjavík er notað plast af gerðinni PEH, sem þola á allt að 6 kg/cm² þrýsting.

Bilunum á plastlögnum má skipta í nokkra flokka:

- 1) Algengt er að þær séu vegna **áverka**, sem oftast stafa af slægum frágangi, þannig að grjót leggst að lögninni.
- 2) Allt of algengt er að notuð sé **of veik gerð** plastlagna, t.d. lagnir sem þola 4 kg/cm², en eru ekki ætlaðar vatnsveitum.
- 3) **Efnisgallar** hafa komið upp í plastlögnum og við **þrýstihögg**, t.d. vegna skyndilegra lokana, hafa þær átt til að langrifna.
- 4) Talsvert hefur borið á því að plastlagnir hafi **rifnað frá við húsvegg** undan jarðvegsþunga, sennilega oftast vegna lélegs frágangs. Í Reykjavík er varið stál-rör sett frá inntaki og út um útvegg og plast síðan tengt við það.

- 5) Plastlagnir eru oft soðnar saman í vél á skurðbarmi og síðan eru oft langar lengjur dregnar eftir hrufóttu yfirborði, þar til komið er á réttan stað. Mörg dæmi eru um verulega áverka á lögnum áður en þau eru komin í notkun og eins getur suða bilað ef ekki er vel til hennar vandað.
- 6) Einn höfuðóvinur plastlagna er heitt vatn. Bilun í hitaveitu hefur oft leitt til þess að plastlagnir meyrna, aflagast og springa að lokum. Alltaf skal settur einstreymisloki við inntak til að hindra að hitaveituvatn komist út í kaldavatnslögnina. Allt of oft vantar **einstreymisloka** eða að þeir eru svo lélegir að þeirra nýtur ekki.
- 7) Einstreymislokar í sjálfvirkum blöndunartækjum hafa reynst afar illa, þannig að millirennslí verður, sem skemmt getur lagnir innanhúss sem utan.
- 8) Að lokum skal þess getið að þau **tengi** sem seld eru í dag, en þau eru af fjölmörgum gerðum, henta fæst til notkunar í vatnsveitum. Mjög algenga bilun á plastlögnum má rekja til þess, að lagnir hafa dregist út úr tengjum. Reynslan sýnir að **ekki ber að nota kónlaus tengi**. Hafa verður í huga við lagningu plastefna að einnig þau dragast saman þegar kalda vatnið fer að streyma um þau.

8.7.6 Lokar

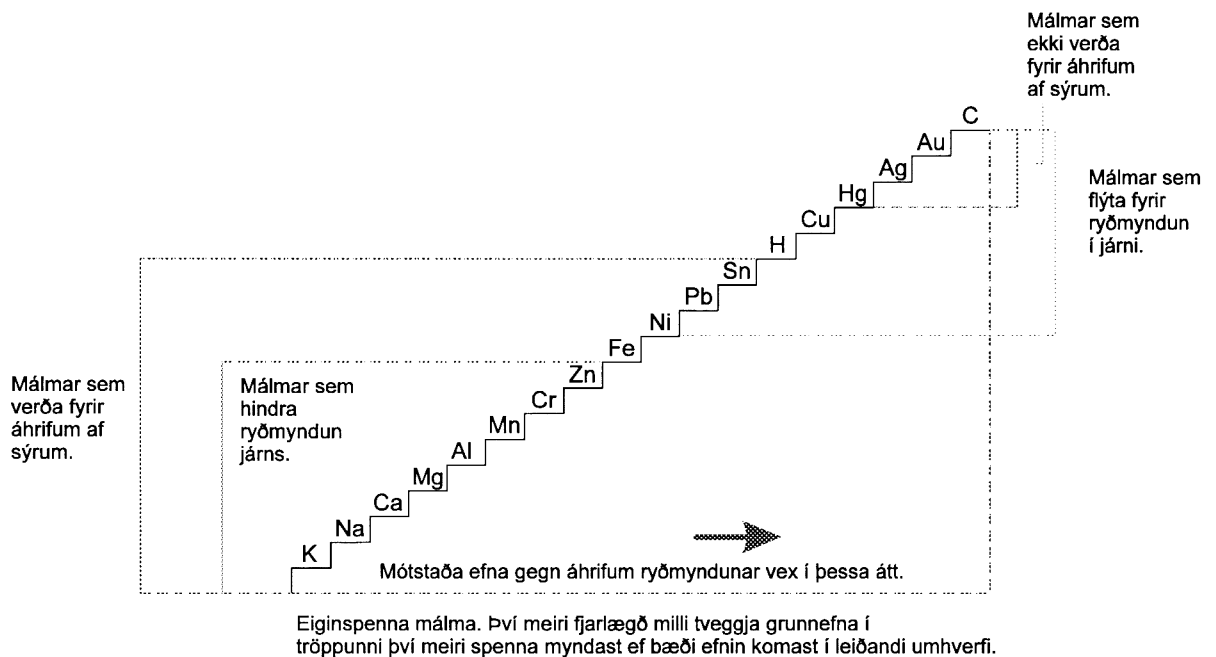
Leki á lokum í dreifikerfinu getur verið afar misjafn allt frá dropatali og upp í tugi lítra á sekúndu. Algengustu bilanir á lokum eru bilanir á pakkdósum og vegna tæringar, en stærstu lekar verða þegar lokar brotna.

8.7.7 Brunahanar

Algengustu ástæður bilana á brunahönum eru óþéttleiki í botnventlum. Pakkning í botnventli vill slitna eða verða fyrir hnjaski, t.d. ef smásteinar verða á milli þegar brunahananum er lokað. Sé brunahaninn sjálfþæmandi getur nokkuð vatn lekið út um tæmingargatið. Sé brunahaninn ekki sjálfþæmandi fyllist brunahanabelgurinn af vatni og getur frostsprungið uppgötvist ekki bilunin í tæka tíð. Þá er algengt að ekið sé á brunahana og þeir laskaðir. Sérstök hættu er á þessu þegar þarf að snjóryðja götur með stórum vinnuvélum. Þetta ber að hafa í huga þegar valinn er staður fyrir brunahana og ástæða getur verið að setja upp áverkavörn (stálgrind) við brunahana, sem eru illa staðsettir.

8.7.8 Rafstraumar

Rétt er að geta tengsla rafstrauma á bilanir vegna eiginspennu hinna mismunandi málma, sjá einnig 7. kafla. Mynd 8.7.1. sýnir röð grunnefna með tilliti til eiginspennu. Því meiri sem fjarlægðin er milli tveggja grunnefna í tröppunni, því meiri spennunumur verður milli þeirra, ef þeir komast í snertingu við leiðandi umhverfi. Allir málmar hafa vegna innri uppbyggingar sinnar vissa innri spennu, eiginspennu.



Mynd 8. 7. 1 Eiginspenna málma.

Þegar tveir ólíkir málmar eru settir saman, t.d. stálrör tengt við koparfittings, myndast rafstraumur milli þeirra. Því meiri sem munur á eiginspennum er, því meiri er rafstraumurinn. Þetta er eins og að búa til rafhlöðu í jörðu. Þessum rafstraum fylgir efnisflutningur og því tæring. Í ljós hefur komið að t.d. viðgerðarbaurur úr áli um járnlagir hafa einungis enst í 10 til 15 ár, ef gúmmíþétting hefur skemmt.

Ýmsir aðrir rafstraumar eru og geta myndast við lagnir í jörðu. Þessir rafstraumar eru alltaf til vandræða og ber að reyna að koma í veg fyrir þá ef hægt er.

Sjálfsgagt er að segja frá nýlegu riti frá Nordisk Ministerråd, sem fjallar um tæringu á Norðurlöndum og heitir: Korrosion i vattenledningsnät och -installationer.

8.7.9 Jarðvegur

Gerð jarðvegs um lagnir getur haft lykiláhrif á endingu þeirra. Ekki skal fjölyrt um þennan þátt, en ljóst er, að í dag gera menn sér mun betur grein fyrir þessum þætti t.d. sýrumyndandi áhrifum jarðvegs á lagnir. Það er í raun ótrúlega stutt síðan að eðlilegt þótti og jafnvel mjög gott að nota rauðamöl til að einangra bæði kaldar og heitar vatnslagnir. Rauðamölin einangraði jú svo vel! Í heilum hverfum voru lagnir grafnar í mýrkenndum jarðvegi sem hefur verið að tæra lagnir og jafnframt hefur hann þornað og missigið. Það eru ekki einungis tærandi áhrif jarðvegs sem valda skaða, heldur einnig misjafnt burðarþol þeirra. Sig, frostþol og margt fleira hefur áhrif á líftíma lagna í jörðu.

8.7.10 Draugalagnir

Ýmsar aðrar bilanir koma fyrir, um sumar hverjar mætti segja að þær væru gamlar syndir frá liðinni tíð. Hér má nefna draugalagnir af ýmsum toga, t.d. heimtaugar í hús, sem hafa verið rifin fyrir löngu, ýmsar gamlar lagnir frá tíma hernáms og fleiri. Í Reykjavík er ekki nema rúmur áratugur síðan farið var að skrá allar aðgerðir, sem framkvæmdar eru í kaldavatnskerfinu, eldri upplýsingar eru mun stopulli.

8.8 Lekaleit - tilhögun.

8.8.1 Breytt viðhorf

Alltof algengt hefur verið að álíta að allt væri með felldu þar sem allir hefðu nóg vatn og aðhafast því sem minnst í lekaleit, þar til í óefni væri komið, einhver orðinn vatnslaus, þrýstingur fallinn, dælur réðu tæpast við lengur eða tilkynnt um leka. Margir kannast við slíkar lýsingar.

Víðast á landsbyggðinni sjá áhaldahúsin um þennan málaflokk ásamt flestum öðrum þáttum er varða verklegar framkvæmdir í sínu byggðarlagi og verkefni eru auðvitað mörg og margvísleg. Flestum er því ekki auðvelt að stunda samfellda lekaleit.

Á undanförunum misserum hefur orðið mikil vakning meðal forráðamanna vatnsveitna í þá veru að meira þurfi að sinna rekstri þeirra, þ.e. að annast viðhald og eftirlit með því, eins og öðrum eignum sveitarfélagsins. Vaxandi kröfur nútímans gera ráð fyrir því að meðhöndla þurfi vatnsveitur svipað og önnur fyrirtæki í matvælaíðnaði.

Ýmsar aðferðir má viðhafa við bilanaleit. Velja verður aðferð við hæfi hverju sinni og oft þarf að reyna fleiri en eina aðferð til að fullkanna eins og hægt er hvort endanleg staðsetning bilunar er ekki rétt. Langdýrasta hluta aðgerðarinnar lýkur með því að grafa holu, oft í götu, til að lagfæra bilunina og það er afar slæmt fyrir vinnuanda ef illa tekst til með staðsetningu hennar.

Hér á undan hefur flestum tækjum og aðferðum, sem notuð eru í bilanaleit hér á landi verið lýst. Bilanaleit á veitukerfum er samsafn aðferða sem læra verður og reynslu sem safnast smám saman. Það má ljóst vera að tækin ein sér gera ekkert. Hér á eftir verður reynt að stikla á stóru um framkvæmd lekaleitar með því að tína til nokkur dæmi og sýna á hagnýtan hátt hvernig farið er að. Hér verður einkum rætt um bilun á götulögn og bilun á heimæð.

8.8.2 Biluð götulögn

Leki á götulögn kemur oft upp á yfirborð og er yfirleitt ekki langt undan, en hann þarf ekki að koma upp og getur verið víðs fjarri upptakastað. Ef leki kemur fram í námunda við vatnslögn er auðvelt að mæla **leiðni** vatnsins til að staðfesta að vatnið sé úr dreifikerfinu, en ekki grunnvatnsrennsli eða úr fráveitu. Leiðni á bilinu 30-60 ppm í Reykjavík tekur af öll tvímæli um að vatnið er úr dreifikerfinu. Leiðnimælir er sáraeinfaldur í notkun og kostar einungis um 6-7 þúsund krónur, svo allir ættu að geta átt svona tæki. Leiðnimælir kemst auðveldlega fyrir í brjóstvasa.

8.8.2

Sé staðfest að vatnið er úr dreifikerfinu þarf að staðsetja bilunina eins nákvæmlega og kostur er. Algengasta leið til að gera þetta er að **hljóðhlusta á yfirborði**. Gengið er þá skref fyrir skref eftir lögninni og hlustað í leit að mesta hávaða, en lekinn er oftast þar sem mest heyrir. Flestir lekar koma fram með þessum hætti, en að mörgu er að hyggja ef vel á að fara, sbr. kafla 8.4.1. Nýttisku hlustunarbúnaður af þessu tagi kostar frá 200 þúsund krónum. Vel getur komið til greina að reyna að hlusta með öðrum hætti til dæmis holri stöng, sbr. hlustunarstafinn breska. Dæmi eru um að heyrst hafi í leka berum eyrum ofanjarðar, áður en grafið var! Við erfiðar aðstæður heyrir hugsanlega ekkert. Ef aðstæður leyfa getur þá verið hentugt að **þrýstimæla** í nálægum húsum og brunahönum og nálgast þannig bilunina. Þetta getur gefið góða raun sérstaklega ef lögnin er í halla og hægt er að loka þessum kafla á lögninni. Í einstaka tilfellum getur reynst mögulegt að setja inn í lögnina rekald í bandi (sbr. **ídráttaraðferðin**). Rekaldið er þá sett inn í lögnina um loka eða sérstakt tengistykki og látið berast með flaumnum að lekastað, en þar stoppar það ef enginn annar fær að nota vatn.

8.8.3 Biluð heimæð

Bilaðar heimæðar uppgötvast oft þegar íbúar kvarta um suð í lögnum eða þrýstingsleysi. Öllum kvörtunum þarf að sinna með því að kanna nánar allar aðstæður, þar sem kvartað er, enda getur vatnsveitan hugsanlega verið skaðabótaskyld fyrir því tjóni sem bilun veldur. Yfirleitt er fyrsta mál að finna og kanna inntak. Ef suð heyrir við inntak er byrjað á því að loka fyrir bæði heitt og kalt vatn, því að alltaf heyrir eitthvað suð í heitavatskerfinu. Ef suðið hættir þá er ljóst að bilunin er innandyra, annaðhvort bilaðar lagnir t.d. undir gólfum, sírennsli í klósettkassa, en oft heyrir mjög mikið í þeim, eða einhver var að nota vatn. Ekki skal vanmeta sírennsli í klósettkassa og annað sírennsli innandyra, reynslan sýnir að það getur verið drjúgt.

Ef suðið við inntak hættir ekki, þegar lokað er fyrir, er trúlegt að kaldavatsheimæðin sé biluð. Nú þarf að huga að fleiri upplýsingum. Er kaldavatsheimæðin úr plasti eða járn?

Ef lögnin er úr plasti er trúlegt að bilunin sé skammt undan, því að lekahljóð berst sjaldnast langt eftir plastlögnum. Algengast er að slíkar bilanir verði þar sem plastið tengist húsinu, ýmist vegna rangrar samsetningar málma (sbr. kaflann um rafstrauma), rangra tengistykkja eða áverka vegna sigs við húsvegg.

Ef heimæðin er úr járn getur lekahljóðið borist langt að. Sé lega heimæðarinnar ekki þekkt, þá þarf að sóna hana, þ.e. finna legu hennar og tengistað við götulögn. Alltaf ætti að endurnýja gamlar járnheimæðar frá götu og inn í hús, með lokum og öllu, allt annað er í raun bara “redding” til bráðabirgða. Lekahljóð frá bilun á götulögn, t.d. þverbroti, getur hæglega borist inn í hús eftir járnheimæðum. Erfitt getur þá verið að ákvarða hvar raunverulega er bilað, nema t.d. með hljóðhlustun á yfirborði.

8.8.4 Mælingar með lekaleitartölvu

Við rétt skilyrði geta mælingar með lekaleitartölvu ásamt tilheyrandi hlustunarbúnaði bent á fljótlegan máta á þann stað þar sem bilað er og skiptir þá engu hvort það er bilun á heimæð eða á götulögn. Lekaleitartölvur eru flestar forritaðar fyrir hljóðhraða í nokkrum ólíkum gerðum lagna, t.d. járn, pott, asbest og plast. Það plast sem notað er erlendis getur verið ólíkt því plasti sem notað er hér á landi og því þarf að gæta sín á hljóðhraðanum. Oftast er hægt að forrita í tölvuna eigin hljóðhraða, en það kann að vera töluverð fyrirhöfn að finna rétt gildi. Að auki er lekaleitartölva dýr, kostar 3-4 milljónir króna og þó yfirleitt sé auðvelt að nota hana verður að telja að talsverða reynslu þurfi til að meta allar þær fjölmörgu ólíku aðstæður sem upp koma. Hún hentar því tæplega í litlum vatnsveitum, þar sem verkefni eru af skörnum skammti.

TILVÍSANIR

Water audits and leak location. American Water Works Association, B36, 1990.

Ólafur Pétur Pálsson, Valdimar K. Jónsson og Guðmundur R. Jónsson. Varma- og straumfræðistofa. Verkfræðideild Háskóla Íslands. Júlí 1995. VD-VSS-95003.
Einangrun og mat á heimilisnotkun og lekum hjá Vatnsveitu Reykjavíkur árin 1990-1994.

Korrosion i vattenledningsnät och -installationer. TemaNord 1995:545