

AMR System을 활용한 유수율 개선에 관한 연구

A Study on the Improvement for rate of Water Supply using AMR System

김주일*, 연상호**

충주대학교 경영학과 겸임교수*

세명대학교 토목공학과 교수**

Kim joo-yil*, Yeon sang-ho**

Professor, dept of Management Chungju Univ.*

Professor, dept of Civil Engineering

Semyung Univ.**

요약

현재 우리나라의 수도물 생산 대비 부과요금, 즉 유수율은 전국 평균 약 75%에 머무르고 있는 실정이다. 이는 생산원가의 상승요인이 되어 결국은 시민의 요금부담을 가중시킴은 물론 지자체의 재정압박이 되고 있는 것이 현실이다. 이에 효율적인 검침개선과 유수율 향상을 위해 AMR(자동검침시스템)을 활용한 시간적, 공간적 각종 경비절감과 과금현실화, 민원감소 등을 통한 효율적 물관리와 사용으로 유수율의 향상 및 개선을 위한 방법과 대안을 청주시를 중심으로 GIS와 연계하여 제시하고자 한다.

I. 서론

1. 연구의 배경

우리나라의 상수도 공급은 1948년 급수보급율이 전국 18%에서 1997년에는 84.5%의 성장을 보여왔으며, 서울시의 경우에 1993년 이후 99.9%를 유지하고 있다. 그러나 유수율은 68.2%로 지난 10년간 고작 1.3% 증가하는 데 그쳤으나 일본의 경우에는 연평균 유수율이 0.73%씩 증가하고 있음에 비추어볼 때 턱없이 낮은 수치인 것이다.

99년 기준으로 1일 평균 생산량은 432만 7천여 톤이며, 과금이 된 물은 295만톤으로 137만톤이 중간에 사라져버려 국가 및 지자체의 경영상태에 심각한 영향을 주고 있는 것이 오늘의 현실이다.

청주시의 경우, 1997년 현재 82.30%에 머물러 상수생산량의 17.7%가 누수 또는 요금을 징수하지 못함으로 인해 엄청난 재정손실을 보고 있다. 이는 결국, 수도요금의 생산원가를 부추기고 이는 국민경제

의 부담으로 돌아옴으로써 지자체에 매년 막대한 경제적 손실을 초래하고 있는 실정이다.

여기에는 관로의 노후화, 전근대적 검침방법, 계량기의 불감 등 여러 요인이 상존하지만 상수도 유수율 제고를 위해서는 다양한 방법을 시도할 수 있겠지만, 그 중에서도 검침방법을 현대화 함으로써 인력손실 방지, 정확한 계측으로 민원감소, 시설물의 효율적·종합적 관리, 누수예측 등을 통한 유수율 향상 방법이 현실적일 수 있다.

본 연구에서는 수도, 전력, 가스 등에서 도입하고 있는 AMR(Automatic Meter Reading)로 검침 등의 근본적 오류를 최소화하고, 신속·정확한 계측으로 유수율 향상 및 수도행정의 신뢰를 높일 수 있는 방법을 청주시를 중심으로 제시하고자 한다.

2. 유수율 현황

환경부의 "상수도 통계"에 의하면 7년간('91~'97)

전국적으로 65.3%에서 71.9%로 점차 개선되어 가고 있음을 알 수 있고, 청주시는 81.3%에서 82.3%로 증가되어 전국 대비로 보면 양호한 상태이나 100%에 가깝게 요금을 부과할 수 있도록 부단한 개선과 노력이 있어야 할 것이다.

[표 1] 유수율 현황분석

구분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
전국	유수율(%)	65.3	66.3	67.6	70.2	70.5	71.9
	유수수량 (백만 ³ m)	3,199	3,370	3,575	3,947	3,929	4,132
	연간생산량(백만 ³ m)	4,896	5,084	5,286	5,625	5,572	5,835
청주	유수율(%)	81.3	80.7	81.2	78.2	80.2	81.4
	유수수량 (백만 ³ m)	39	43	47	56	54	58
	연간생산량(백만 ³ m)	4,818	5,404	5,868	7,199	6,784	7,180

자료 : 1) 상수도 통계(환경부 해당년도)
2) 청주시 자료 : 상수도통계(수도과,1998)

3. 유수율 감소 요인

대도시의 경우가 그렇듯이 청주시도 일제시대 이후 도시 오각을 중심으로 상권과 주거형태가 다양화 되면서 수도급수 시설이 무질서하게 확장되었다.

도시 평균으로 중심지가지는 표고 25~40m로 이루어져 표고 30m 이하지역이 약 40~50%를 차지하고, 표고 70m 이상과 하천 등으로 인한 시가지 조상 불가능지역이 35~40% 정도를 차지하기 때문에 도시마다 편차는 있지만 평균 약 30% 정도가 가압이 필요하여 항상 누수가능성이 존재하며, 외부충격에 의한 누수발생 빈도가 높아지는 등 다양한 문제가 상존하고 있는 것이 오늘의 현실이다.

이러한 상황으로 인한 누수가 전국 평균 16.1%이며, 이는 OECD 주요 국가들의 누수율(독일 베를린: 5.0%, 스위스 제네바: 7.9%, 일본 동경: 8.9%)에 비하면 2~3배의 누수율로 국가경제에도 심각한 영향을 주고 있는 것이다.

[표 2] 전국 상수도 누수현황('99상수도 통계)

시·도	누수율(%)	유수율(%)
서울특별시	18.2	71.2
부산광역시	16.4	68.5
대구광역시	12.7	76.1
인천광역시	19.7	70.2
광주광역시	13.8	74.8
대전광역시	17.6	71.2
울산광역시	15.7	68.7
경기도	11.1	83.9
강원도	17.8	69.3
충청북도	13.7	76.2
충청남도	13.2	76.7
전라북도	16.2	71.6
전라남도	20.1	61.5
경상북도	17.9	73.2
경상남도	19.3	70.5
제주도	15.7	69.6
전국	16.1	73.4

[표 2] 청주시 및 충청북도 상수도 유수율 및 요금현황
수 도 요 금 현 황

환경부 수도정책과 (2002년)

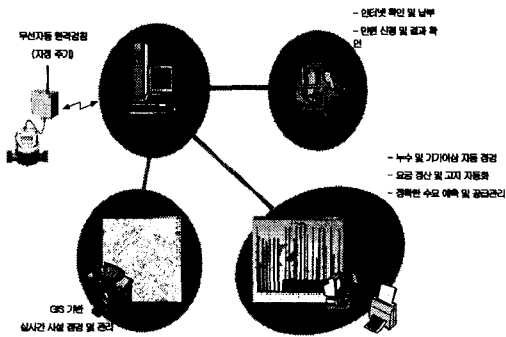
	년간생산량 (천톤)	년간부과량 (천톤)	부과액 (백만원)	유수율 (%)	평균단가 (원/톤)	생산원가 (원/톤)	현실화율 (%)
충청북도	141,418	111,317	53,457	79.7	480.2	570.2	84.2
시부	114,061	91,097	42,553	79.9	467.1	512.9	91.1
청주시	81,181	65,794	28,944	81.1	440.0	404.3	101.3
충주 시	18,261	14,358	7,307	78.6	508.9	657.0	77.5
제천 시	12,014	8,977	5,221	74.7	581.6	767.3	75.8
충청(총)	2,635	1,974	1,081	74.9	547.6	775.8	70.6
군부	27,357	20,220	10,904	73.9	539.3	809.0	66.7
영월 군	4,653	3,739	1,848	80.4	494.2	705.0	70.1
보은 군	1,653	1,224	551	74.0	450.2	623.0	72.3
백선 군	4,067	2,919	1,749	71.8	599.2	1,030.3	58.2
영월 군	3,676	2,936	1,513	79.9	515.3	792.0	65.1
진천 군	3,010	2,258	1,306	75.0	579.3	803.3	72.1
괴산 군	1,045	813	532	77.8	654.4	814.0	80.4
음성 군	5,754	3,523	1,817	61.2	515.8	814.0	63.4
단양 군	3,499	2,808	1,566	80.3	564.8	791.0	71.4

II. AMR 및 설치사례

1. AMR(Automatic Meter Reading)개요

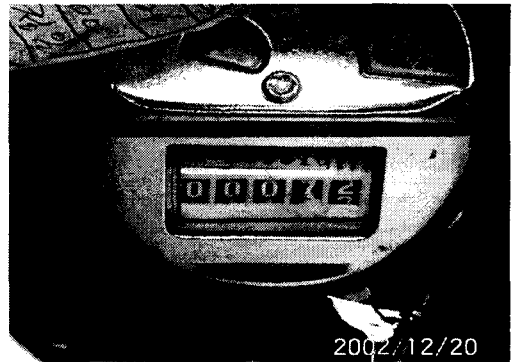
AMR이란 수도, 전기, 가스 등의 사용량을 검침원이 직접 호별 방문해 수작업으로 점검하던 일을 최첨단 통신기술(이동통신망, 케이블망, 전력선망 등)과

컴퓨터를 이용해 실시간이나 정기적으로 수도사업소 등 중앙센터에서 자동으로 수신하여 검침하는 시스템으로 오검침 등으로 인한 민원이 획기적으로 줄고 수도물과 각종 에너지를 효율적으로 관리할 수 있는 차세대 기술로써, 국내에는 수도, 도시가스, 전력에 시범적으로 적용·운영하고 있다.



▶▶ 그림 1. AMR 시스템에 따른 업무 흐름도

AMR시스템의 업무를 개략하면 그림1과 같으며, 본 연구에서는 이동통신망을 이용한 통신기술의 제품으로 연구에 적용하여 보기로 한다.



국립데이터 중핵

45525 55 (454-1 (안정빌라))

일련번호	종류	단량	일련번호	검침값
2002-12-20 20:45:00	45525	55	0000200010	73.84
2002-12-20 22:45:00	45525	55	0000200010	73.78
2002-12-20 24:45:00	45525	55	0000200010	73.64
2002-12-20 26:45:00	45525	55	0000200010	73.57
2002-12-20 28:45:00	45525	55	0000200010	73.55
2002-12-20 30:45:00	45525	55	0000200010	73.52
2002-12-20 32:45:00	45525	55	0000200010	73.48
2002-12-20 34:45:00	45525	55	0000200010	73.45
2002-12-20 36:45:00	45525	55	0000200010	73.46
2002-12-20 38:45:00	45525	55	0000200010	73.35
2002-12-20 40:45:00	45525	55	0000200010	73.28
2002-12-20 42:45:00	45525	55	0000200010	73.14
2002-12-20 44:45:00	45525	55	0000200010	73.00
2002-12-20 46:45:00	45525	55	0000200010	72.89
2002-12-20 48:45:00	45525	55	0000200010	72.74
2002-12-20 50:45:00	45525	55	0000200010	72.6
2002-12-20 52:45:00	45525	55	0000200010	72.58
2002-12-20 54:45:00	45525	55	0000200010	72.57
2002-12-20 56:45:00	45525	55	0000200010	72.5
2002-12-20 58:45:00	45525	55	0000200010	72.44
2002-12-20 00:45:00	45525	55	0000200010	72.37

▶▶ 그림 3. 계량값 및 전송된 검침자료

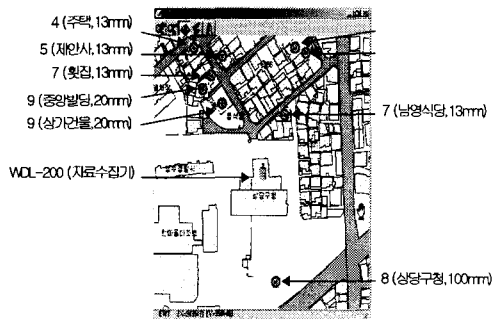
2. AMR 설치사례

2.1 청주시(일반수용가 설치)

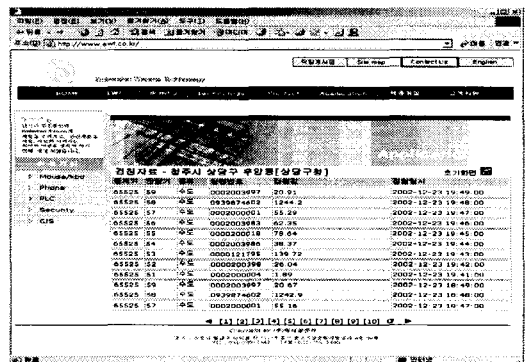
지 역 : 우암동 일대 일반수용가 대상

설치시기 : 2002. 11월말

검침주기 : 매 1시간 마다 검침



▶▶ 그림 2. 청주시 시범설치지역



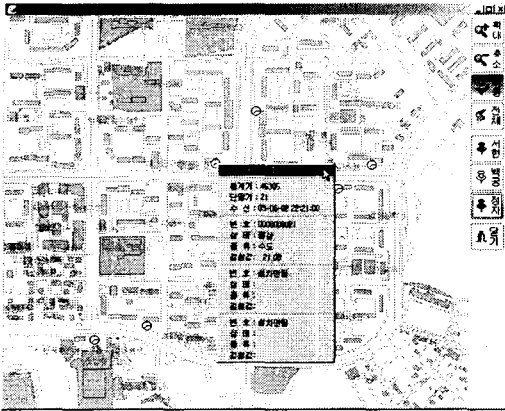
▶▶ 그림 4. 인터넷을 통한 검침자료 열람

2.2 성남시(지하시설물 설치)

지 역 : 분당구 서현동, 정자동, 백궁동

설치시기 : 2003. 1, 2003. 6

검침주기 : 실시간



▶▶ 그림 5. 성남시 설치지역



▶▶ 그림 6. 지하시설물 설치모습



▶▶ 그림 7. 자료수집기 설치모습

Ⅲ. AMR System을 통한 유수율 개선방안

1. AMR System 운용 현황

상기 시스템을 1년 이상 운용하여 본 결과, 국내에 소개되어 있는 AMR 관련 제품에서 1)계측치의 정확한 전송을 통한 신뢰성 검증, 2)AMR 기기의 안전성 및 수명을 확인, 3)누수예측과 기기이상에 대한 자동 확인 및 보고기능을 점검, 4)각종 재난이나 사고 대비 효율성을 파악, 5)무선통신 네트워크의 안전성이 검증되었다.

그러나 무엇보다도 Web을 통한 검침자료 확인과 검침에서 고지서 발급까지 자동으로 수행되고 있음은 물론, GIS와 연계한 상수도 시설물의 속성정보와 현황을 실시간으로 파악할 수 있어 수용가와 시설물의 효과적인 관리 가능성이 눈에 띄었다.

또한 수용가 및 전체 수용가의 사용량을 시간별·주별·월별·연별로 분석, 제시할 수 있음으로 인해 분쟁의 소지가 없어 민원이 최소화될 것으로 보여지며, 증감추세 분석을 통하여 누수 수용가 및 지역을 예측할 수 있어 누수예측을 통한 장비와 인력의 막대한 절감을 가져올 수 있는 것으로 파악되었다.

결국, 유수율 향상을 위한 방법중의 하나로 AMR System을 도입하는 것도 지자체의 편익 측면에서 바람직하다 할 수 있을 것이다.

2. AMR System을 통한 유수율 개선방안

2.1 AMR 도입시의 기대효과

- 1) 유수율 증가
- 2) 누수율 감소
- 3) 세수 상승 : 35,69백만원/년, 총 35,689백만원/10년(유수율 상승 10% 기준으로 계상)
- 4) 인건비 절감
- 5) 고지비용 (용지 및 소모품, 용역비) 절감
- 6) 시설물 유지보수 비용 절감(시설물 노후 및 이상 자동 분류 및 체계적 관리)

- 7) 원수 매입비용 절감
- 8) 요금 현실화를 증대 (과금 현실화 및 시민 부담 감소)
- 9) 노후 계량기 교체 비용 절감

2.2 업무개선 효과

- 1) 인터넷 고지 및 요금 자동납부 : 신청자에 의한 인터넷 자동고지 및 납부, 요금할인 적용 (5% 예상)
- 2) 기능직 인력 관리 효율성 증대 (단순 검침 업무 → 시설 점검 및 유지보수에 활용)
- 3) 도로시설물 (가로등, 보안등) 및 기타 공공 시설물 관리 서비스 연계 가능
- 4) 자동 수위 측정 등 방재 시스템 연계 운영 가능

2.3 효과분석

1) 사용자 환경

- ① 급수전수 : 65,000전(총구축비용 : 약135억)
- ② 과금 총액 : 28,944 백만원(유수율100%시 과금 가능 총액 : 35,689백만원)
- ③ 평균 요금 : 440원/톤
- ④ 유수율 : 81.1%
- ⑤ 무수율 : 9.67%→7,844 천톤= 3,451 백만원
(계량기 불감 수량 : 9.51%→ 7,714천톤 =3,394 백만원)
- ⑥ 누수율 : 9.3%→7,519 천톤= 3,308 백만원

2) 환경 분석 및 개선 목표

- ① 유수율 10% 개선시 : 과금액 35억원/연
계량기 불감 자동 감지, 누수를 개선 효과 → 최소 10% 달성 가능
- ② 누수 구간 감지를 통한 노후관 교체 및 누수 탐사 비용 절감
- ③ 누수율 개선
- ④ 민원 및 처리비용 감소

2.4 유수율 개선방안

이상에서 AMR 도입시의 효과, 기대효과 및 효과를 분석해 보았듯이 AMR은 효율적이고도 정확한 계측으로 높은 신뢰도를 얻을 수 있었다.

그러면 이 시스템을 통해 어떻게 유수율을 향상시킬 수 있을 것인가 하는 방안에 대해 설명해 보기로 한다.

- 1) 시설물 관리를 통한 유수율 점검 : 수용가에 공급되는 관로 중 중간밸브 같은 대구경에 AMR을 곳곳에 설치하면 일정 지역에 공급되는 수도물의 공급량을 실시간으로 측정할 수 있어 일정 지역에 공급된 총량과 과금 대상 사용량이 차이를 보일 경우, 시설물 일부의 누수를 의심할 수 있다.

맨홀의 경우, 배수구가 없어 침수가 되면 진흙이 계량기의 뚜껑을 덮고 있어 검침이 불가능하며, 이를 위해서 펌을 제거한 후 검침을 해야 하는 불편함이 있다.

결국, 중간시설물의 검침이 어려우므로 어느 지역의 어느 곳에서 누수가 되고 있는지를 파악할 수 없어 동과의 우려는 물론 막대한 양의 수도물이 땅속으로 사라지는 낭비가 생기게 된다. 또한 Block System 형태, 다시 말해 종래의 대규모 관망 형태를 소규모 급수 단위로 Block을 세분화 한다 해도 작고 미세한 부분의 누수 등은 누수탐사를 해야 하고, 공급총량에 대한 사용량을 점검하기가 불가능하다.

하지만 AMR을 설치하면 전체 공급량을 실시간이나 일정 간격으로 상황을 살펴볼 수 있어 세분화하여 범위를 좁히면 누수지역을 예측하여 효율적인 물관리 정책을 펼 수 있어 유수율 향상을 기할 수 있다.

- 2) AMR에 따른 계량기 교체 및 관리 : 시스템을 도입하기 위해 정밀도가 높은 계량기로의 교체를 통해 유수율을 향상시킬 수 있다.

지자체의 차이가 있지만 통상 계량기의 교체는 8년을 주기로 하고 있고, 이의 종합적인 관리를 통해 수용가의 각종 속성정보로 교체지역, 교체시기, 교체수

용가 등을 수작업을 통해 관리를 하고 있어 누락, 교체 등으로 인한 재원낭비 우려가 있으나 상수도 종합관리시스템을 구축하며 계량기를 교체해 나가면 계량기의 이력 및 종합관리는 물론 정확한 정기적 교체를 통해 유수율을 끌어올릴 수 있다.

아울러, 동파방지 및 계량기의 정확성을 높이기 위해 단갑식 계량기 보다 복갑식 계량기를 사용한다면 동파로 인한 재원의 낭비를 줄일수 있음은 물론 수용가의 불편을 최소화할 수 있고, 물의 낭비를 줄일 수 있어 유수율 향상에 많은 도움이 될 것이다.

창주시의 경우 2003~2007년 까지 수용가 계량기 교체를 위해 약 200억을 투자할 계획으로 매년 약 40억을 투입하고 있는데, 과거를 답습할 것이 아니라 신제품 구매를 통해 동파를 예방하고, 인위적 조작방지 및 총체적 관리로 계량기의 불감률을 줄이는 것도 유수율 향상을 위한 요인이 될 수 있을 것이다.

3) 세분화 사업(Block System) : 현재의 대규모 관망 형태를 소규모로 세분화하는 사업을 통해 유수율을 향상시킬 수 있다.

이는 단위 급수 구역화로 급수통제를 용이하게 하고 수압을 균등하게 유지할 수 있음은 물론 구역계량을 통해 누수탐사를 용이하게 함으로 효율적인 누수방지를 할 수 있고, 돌발 누수사고 발생시 부분통제 및 관리가 용이한 장점이 있다.

오래된 구시설에는 적용할 수 없지만 계획을 통해 택지개발 지역이나 지형지물에 의한 지역등을 우선하고, 나머지 지역을 세분화하여 하여 장기적으로 시행해 나가면 결국 전 지역을 세분화할 수 있어 시설물의 효율적인 종합관리를 통해 유수율을 높일 수 있다.

세분화된 구역의 시설물에 AMR을 구축하여 지역별·구역별 사용량의 계측으로 부과된 요금과의 차이에서 누수지역을 좁은 범위 내에서 예측할 수 있어 누수 결과로 인한 조치가 아닌 소량의 누수를 예측, 시정함으로써 중복공사나 불필요한 사업시행을 줄일 수 있어 결국 유수율 향상에 기여할 수 있는 것이다.

이외에도 유수율 향상을 위한 방안으로 노후관 교체사업이나 누수방지 사업을 할 수도 있다.

4) GIS를 활용한 시설물 종합관리 : 정확한 시설물의 관리를 위해 지하시설물의 종합적 데이터베이스를 GIS로 구축함으로써 일반수용가와 시설물의 현황·위치 및 속성정보 등으로 사용형태 분석, 누수예측, 지역별 사용량, 가구별 사용량, 시간대별 사용량 및 형태, 계절적 특성, 계량기 교체시기, 지역 등의 종합적 관리로 보다 효율적인 물관리 정책을 통해 유수율을 향상시킬 수 있을 것이다.

IV. 결론

이상에서 AMR과 유수율 향상방안을 살펴 보았듯이 지자체에서 AMR을 도입·구축한다면 유수율 향상에 따른 세수 수입증대로 2~3년 정도면 투자된 사업비의 회수가 가능하고, 계량기의 수명으로 볼 때 5~6년은 지자체 수익사업이 될 수 있을 것이다.

공공기관의 수용가를 대상으로 한 수익성 사업은 다소 무리가 될 수 있겠으나 세수수입이 증대되면 수도요금의 현실화가 이루어질 수 있고, 이는 생산원가의 감소로 이어져 요금인상으로 인한 시민의 부담이 경감되고 정확한 검침으로 인하여 수용가의 수돗물 절약을 유도할 수 있어 전체적으로는 유수율이 향상될 것이다.

또한 수용가와 시설물 전체의 효율적 관리를 통해 정확하고도 투명한 물관리 정책을 펼침으로써 신뢰 받는 행정을 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

■ 참고문헌 ■

- [1] 김주일, 연상호, "Wireless Technology를 활용한 상수도 검침 개선에 관한 연구", 한국콘텐츠학회 2003 춘계학술발표회 논문집, 2003.
- [2] 김주일, 연상호, "GIS 기반의 상수도 원격검침에 의한 비용구조 개선에 관한 연구", 한국콘텐츠학회 2003 추계

학술발표회 논문집, 2003.

- [3] 청주시, “2001년도지하시설물도(상수도)수치지도화 사업 완료보고서”, 2002.
- [4] 청주시, “지하시설물도수치지도화사업 계획서”, 2001.
- [5] 건설부, “제 2 차 국가지리 정보체계 기본계획”, 2000.
- [6] 건설부, “지하시설물도수치지도화사업 관련 규정집”, 2000.
- [7] 김태연, “우리나라 지하시설물정보체계구축 현황 및 개선 방안”, 충북대학교 석사논문. 2000.
- [8] 건설부, “GIS 구축현황(지방자치단체 및 시설물 관리 기관)”, 2000.
- [9] 청주시, “청주시 지하시설물도수치지도화지방협의회 구성(안)”, 1999.
- [10] 청주시, “수돗물관리 대토론회”, 1999.
- [11] 건설부, “지하시설물관리 전산화를 위한 관련제도 정비방안”, 1997.