

VÄRMEÅTERVINNING UR AVLOPP

0042

1992 12 16

AVLOPPSINSTALLATIONER FÖR ENERGIÅTERVINNING,
REDUCERING AV RADON, ODÖR OCH KORROSION

Slutrapport

Denna rapport hänför sig till projektanslag 0042
från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF,
till Hammarstedts VVS AB, Nybro

INNEHÅLL

- 1 INLEDNING
 - 1.1 Bakgrund
 - 1.2 Parallella BFR-projektet
 - 1.3 Principerna för energiåtervinning ur avlopp
 - 1.4 Principerna för reducering av radon
 - 1.5 Bieffekter: Minskad risk för odör och korrosion

- 2 PROJEKTERING OCH BYGGANDE
 - 2.1 Översiktliga strategiska, ekonomiska och tekniska faktorer
 - 2.2 Kartläggning av det befintliga markförlagda rörsystemet
 - 2.3 Åtgärder i det befintliga markförlagda rörsystemet
 - 2.4 Anslutningarna till den befintliga panncentralen
 - 2.5 Tillkommande utrustning, kontroll och installationer

- 3 PRAKTISKA INSTALLATIONS- & DRIFTSERFARENHETER
 - 3.1 Flödesriktningar och osäkerhetsfaktorer
 - 3.2 Mätvärden
 - 3.3 Utvärdering ur installations- & driftsynpunkt

- 4 VIDAREUTVECKLING
 - 4.1 Värmeåtervinning och värmepumpsystem generellt ifrågasatta
 - 4.2 Effektiviserad värmeåtervinning genom förvärmning av tappvarmvattnet
 - 4.3 Utnyttjande av värmeåtervinningsanläggningen för kylning av källarförråd till matkällare

- 5 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER
 - 5.1 Allmänt
 - 5.2 Resultat
 - 5.3 Konklusioner

- 6 REFERENSER

- 7 RITNINGAR OCH FIGURER

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Till grund för försöken med installationer i anslutning till avloppet i syfte att därur återvinna energi och reducera radon, odör och korrosion ligger det tidigare SBUF-projektet 88:14 (ref 1).

I stora drag redovisas där genomförandet och erfarenheterna från ett ventilationssystem av lågtryckstyp, speciellt tillämpligt för ROT-installationer i självdragshus. Detta system, benämnt styrt självdrag (SPAR-VEN), finns nu installerat på åtskilliga håll i landet. Det har nu också blivit typgodkänt enligt Nybyggnadsreglerna (ref 2). Det fullständiga mätresultaten och utvärderingarna från detta tidigare gemensamma SBUF- och BFR-projektet återfinns i en särskild Byggeforskningsrapport (ref 3).

Under ovanstående projekts gång uppmärksammades behovet av ytterligare energiåtervinning, liksom problemen med radon m m, vilket gav upphov till förliggande projekt.

Ett av SPAR-VEN-systemets viktigaste kännetecken i detta sammanhang är dess generellt låga drivtryck: Systemets huvudsakliga uppgift är att tillse att självdragets låga naturliga undertrycksnivå i samverkan med dess komponenter resulterar i en konstant god ventilation. Detta har visat sig möjligt genom dämpning av det naturliga självdragssystemets känslighet för vindpåverkan samt överventilationen vid fallande utetemperatur liksom behovet av kompensation för motsvarande underventilation vid stigande utetemperatur.

Genom den sålunda konsekvent genomförda linjen att bibehålla självdragssystemets kontinuerligt **låga undertryckskaraktär** har vissa ytterligare egenskaper kunnat bibehållas och nya tillföras:

Genom att hålla lägsta möjliga undertryck i en byggnad undviks att okontrollerade infiltrationsflöden och läckage letar sig in genom dess klimatskärm. Det kan gälla såväl radon från mark och lättbetong som andra alltmer uppmärksammade luftföroreningar från olika byggnadsmaterial och ytbeläggningar. Det låga undertrycket innebär också att fönstervädring kan företas utan att systemets allmänventilerade helhet och funktion störs i nämnvärd omfattning.

Ett annat tillkommande önskemål som också kunnat tillgodoses är att systemet är **förberett och klart för återvinning av värmeenergi** ur den utgående

frånluften, vilket tidigare inte varit möjligt att åstadkomma i gängse självdragssystem. Vindskyddsanordningarna på ventilationsskorstenarna är sålunda så utformade att de samtidigt som vindskydd kan fungera som värmväxlare för brine till en ordinär värmepumpinstallation. Idén att försöka utnyttja en sådan installation även för återvinning av **värme ur avloppet** väcktes därvid.

Installationerna från det tidigare med goda resultat genomförda SBUF- och BFR-projektet fanns också kvar för en relativt enkel komplettering och fortsatt utveckling i ett sådant nytt projekt, även detta med stöd av såväl SBUF som BFR.

1.2 Parallella BFR-projektet

Som vid det tidigare projektet står BFR för de uppföljande mätningarna av de med hjälp av SBUF utförda installationerna.

Mätningarna kunde utföras med i stort sett samma utrustning som tidigare med mindre kompletteringar såsom inlåning av radonregistrerande instrument m m.

En komplikation, som avsevärt fördröjt och fortfarande fördröjer uppföljningen och mätningarna av främst återvinningskapaciteten i avloppssystemet, är de två på varandra följande årens extremt milda vintrarna. Det har försvårat och hindrat möjligheten att få fram någorlunda varaktiga och projicerbara mätresultat inom BFR-projektets ram.

Installationerna inom ramen för SBUF:s del i arrangemangen har dock kunnat avslutas helt, varför en komplett redovisning därav kan göras oberoende av BFR-utfallet. De mätningar som kunnat utföras indikerar emellertid att åsyftade verkningssätt uppnås, dock utan att hittills kunna helt kvantifieras. När mätresultaten föreligger klara i sin helhet kan hänvisning ske till BFR-rapporten. BFR-projektets nr är 900531-8 och bär den med SBUF-projektet likartade titeln "Utvärdering av avloppsinstallationer för energiåtervinning, reducering av radon, odör och korrosion".

1.3 Principerna för energiåtervinning ur avlopp

Om ett ventilationssystem projekteras för återvinning och därmed anslutning till en värmepumpänläggning för värme ur den avgående frånluften är det angeläget att försöka få med någon ytterligare källa för återvinning med

måttliga kostnadstillägg i samma anläggning. På senare tid har också särskilt poängterats att uppoffrande av prima el till frånluftsvärmeåtervinning bör föranleda att t ex även spillvattenavloppet som värmekälla borde involveras. Vissa uppskattningar och tidigare enkla försök (ref 4) visar att spillvattenvärmet skulle kunna representera i storleksordningen lika mycket värme som är återvinningsbart ur den avgående ventilationsluften.

Vissa idéer och försök har gjorts med att genom en i spillvattnet nersänkt värmeväxlare försöka återvinna värme (ref 5). Nersmutsningen av växlaren vid ett sådant förfarande har emellertid varit ett svårlöst och kostsamt problem.

Vårt lösningsförslag, som framgår av de bifogade ritningarna "kv Dampehammar 1991-05-23" och den förenklade översiktsritningen "Flödesschema, värmeåtervinningssystem för värme ur frånluft och avloppssystem, 1992-01-10", bygger på att utomhusluft sugas in vid en viss punkt på spillvattennätet, sugas vidare **medströms** i spillvattenledningens fria area och bstryker dess spillvattenyta för upptagning av värme och fuktinnehåll fram till en värmeväxlare och vidare upp över tak. I värmeväxlaren, som är kopplad till brinekretsens kalla sida, avges då spillvattenluftens värme- och fuktinnehåll innan luften återventileras ut i det fria över tak. Genom att vi, till skillnad mot de tidigare nämnda försöken, valt att suga spillvattenluften medströms har vi, som visas på ovannämnda översiktsritning, även kunnat ta in en mindre del uteluft genom husets egna utluftningsledningar. Se vidare därom under kapitel 1.5.

1.4 Principerna för reduktion av radon

För SPAR-VEN-systemets generellt låga undertryck har tidigare redogjorts och den därav betingade mindre risken för inflöde av bl a radongas genom golv och väggar. Om nu även spillvattensystemet sätts under ett visst mindre undertryck bör även detta verka i riktning mot att ev förekommande markradongas i dess närhet avleds.

Under den preliminära projekteringen av ventilationen i spillvattensystemet framkom även idén att **dränledningssystemet** också borde kunna sättas under ett motsvarande svagt undertryck i samma syfte.

Eftersom dränledningssystemet omger husets hela grund borde den ligga strategiskt väl till för avledning av markradongas. Många studier visar att

merparten radon i hus härrör från just inläckande markradon. När marken är frusen och således gas-tätare i vertikal riktning finns dessutom en större benägenhet till radongasinfiltration i sidled. Den har då en benägenhet att röra sig mot husgrundernas frostfria och mera genomsläppliga zoner, d v s just i riktning mot dränledningssystemet. Ett visst evakuerande undertryck i dessa skulle således kunna vara till nytta för radongasevakivering. Effekten därav borde också vara särskilt god i kombinationen med det speciellt låga undertrycket i husens ventilationssystem.

Alla dränledningar skall normalt mynna i ett vattenlås i anslutning till en spillvattenbrunn. En sugledning för ventilationsluft anslöts därför före vattenlåset i strömningsriktningen.

Dränledningarnas respektive ändrar anslöts till korta rör innanför grundmuren inne i källaren. Se bifogade principskiss 1989-01-13 med fotografi på det slutliga utförandet. Genom att förse dessa rör med ventiler kunde ett svagt luftflöde i rätt riktning konstateras med enkla medel, t ex en rökpatron. Vid behov kunde även mängden luft mätas.

Dränledningarna var i det aktuella fallet tämligen nylagda och risken för större avbrott och läckage således små. I äldre dränsystem kan dock en del större otätheter befaras. Genom att ändarna dras innanför väggarna och förses med inlopp och en enkel ventil på beskrivet sätt kan ett visst flöde i största delen av dränledningssystemet dock konstateras och tillförsäkras. Den mindre mängden källarlucht som härigenom tas ut genom dränsystemet ger ju en liten extra ventilation av källaren, där koncentrationen av markradon som regel just är som störst.

1.5 Bieffekter: Minskad risk för odör och korrosion

Det beskrivna sättet att medströms suga igenom en viss mängd luft i avloppssystemet, såväl genom dess markförlagda delar som genom dess luftningsledningar i själva husen, har två positiva bieffekter:

Normalt avgår en viss mängd fuktig luft ut genom spillvattenledningarnas luftningsledningar upp över tak. Ju kallare utetemperatur, desto större stigningskraft och därvid en växande risk för att den avgående vattenången fryser igen någon luftlednings mynning. En sådan igenfrysning innebär att luftningsledningens funktion lokalt upphör att fungera på avsett sätt. Följden blir lätt att vattenlås töms i huset vid spolning, vilket medför

att odör därigenom uppkommer. Fenomenet är inte ovanligt vid kalla vintrar och beskrivs som mycket besvärande och åtföljes av uppmaningen om att komma med förslag till lösningar (ref 6). Att installera värmekablar runt utlyftningarna har därvid nämnts men avvisats på grund av de höga kostnaderna som är förknippade därmed.

Här nämnda förfarande med en försiktig avsugning medströms i hela avloppssystemet kan vara en bra lösning till skydd mot nämnda igenfrysningsrisk: Undertrycket i systemet minskar eller t o m upphäver utströmningen av den fuktiga luften i luftningsrörens utlopp, varvid frysriskken elimineras i motsvarande grad.

Ventileringen av avloppsledningarna kan också ha en annan positiv bieffekt. Vissa rör, bl a av betong, tar skada av uppdämda kvarstående gasansamlingar främst innehållande korrosivt svavelväte. En utvädring därav är således till nytta men måste tillgå på beskrivet sätt: mynnande över tak för att inte leda till andra sanitära olägenheter. Erfarenhetsmässigt kan också konstateras att en sålunda anordnad utluftningsväg blott ger ett kortvarigt, snabbt avklingande utsläpp som inte når ner bland boende. Gas- och luktutvecklingen i avloppsrören ventileras därefter kontinuerligt bort och får ej tillfälle att ansamla sig och korrodera rörmaterialet.

2 PROJEKTERING OCH BYGGANDE

2.1 Översiktliga strategiska och ekonomiska faktorer

Projektets förläggning till kommunens ytterområde och satellitsamhälle Rockneby och kvarteret Dampehammar är betingat av det tidigare ventilations- och återvinningsprojektet: Värmeåtervinning med värmepump är mindre intressant i kommunens centralare delar där fjärrvärme är den förhärskande energibäraren. Visserligen är fastighetsägare inte förhindrade att återvinna köpt energi för att söka återföra denna till sin fastighet i form av återvunnen värme till den egna värme- och tappvarmvattenanläggningen. Men den samhällsekonomiska vinsten ses som relativt mindre intressant där samhället kostat på ett dyrbart fjärrvärmesystem. Detta har ju dimensionerats för vissa värmeuttag utan kalkylerade återvinningsmängder och utan krav på kommunal elkraft till värmepumparna för återvinningen. I vissa kommuner förekommer t o m att särskilt högt elpris åsätts el avsedd för återvinning i fjärrvärmeområdena.

Det totalekonomiska intresset förändras emellertid allt mer positivt ju större total återvinning som kan åstadkommas per insatt kWh. Sammankopplingen av en återvinning ur såväl frånluften som avloppet är ett grepp som åtminstone på sikt torde tilldra sig ett större intresse. Energipriserna väntas ju generellt stiga samtidigt som kommunerna planerar för allt mer egen lokalproducerad el.

En farhåga som nämnts vid uttag av energi ur avlopp vid fastigheter är att avloppstemperaturen skulle bli ogynnsamt låg för reningsverkens funktion och för en där eventuellt installerad större värmepump. Man kan dock konstatera vid hittills gjorda försök att temperaturen knappast alls är påverkad ett stycke nedströms uttaget. Värmeackumuleringen i marken mellan tänkta uttag kompenserar mer än väl för detta. Omgivande massor i mark kan sägas fungera som markvärmemagasin för temperaturens utjämning och upprätthållande fram till reningsverk och ev central värmepumpanläggning.

Även om lokala återvinningsssystem ur lokala avlopp mot förmodan skulle bli mycket vanliga i fastighet efter fastighet torde farhågan om en märkbar sänkning av avloppstemperaturen ända framme vid reningsverket kunna avskrivas. Möjligen kan temperaturfallet då uppgå till någon grad. I och invid fastighet med avloppsåtervinning enligt den föreslagna systemlösningen kan temporärt möjligen lokalt låga temperaturer

uppkomma i rören vid låga utetemperaturer. Detta har dock hittills inte kunnat följas upp på grund av de ännu under projektets hittillsvarande gång onormalt milda vinterförhållandena. Detta får följas upp och lämpligen avrapporteras i den kommande BFR-rapporten.

Meningen är att inflödet av uteluft skall avpassas så att tillräckliga temperaturnivåer upprätthålls. En temperaturvakt finns inbyggd i systemet som extra säkerhet. Den stoppar utsugningsfläkten om den tillförda uteluften ev skulle sänka avloppstemperaturen alltför mycket (vid sträng kyla).

Även utluftningsledningarna upp över tak avses hållas under uppsikt. Ledningsdelar som på vägen passerar uppvärmda utrymmen får ej bli så kalla att kondens upp-kommer. I sådana fall måste luftinflödet regleras ner och/eller rören värmeisoleras om detta mot förmodan skulle uppträda.

Avloppsventilationens undertryck får naturligtvis ej heller kunna närma sig risken för ofrivillig tömning av vattenlås i fastigheten. För att förhindra detta har vi valt ett fläktundertryck som med tillräcklig marginal ej förmår tömma normalt uppfyllda lås. Ett extra skydd, som anges på ritningarna, kan utgöras av ett väl synligt och tillräckligt lågt vattenlås intill fläkten, som töms i första hand om undertrycket tenderar att bli alltför starkt. Ev tömt eller torrt (bortglömt) vattenlås i fastigheten kommer då att suga in luft och kommer då inte heller att kunna avge någon odör ut i fastigheten. Vattenlås som saknar vatten kommer att kunna upptäckas genom att undertrycket då faller. Detta ger i sin tur anledning till att söka rätt på tömt vattenlås och fylla på detta. Med hjälp av en tryckvakt kan övervakningen automatiseras.

2.2 Kartläggning av befintliga markförlagda rörsystem

Kommunens ritningsunderlag enligt bifogade ritning 1991-05-23 "kv Dampehammar" visade sig ganska ofullständig och oklar i de mera detaljerade delar som skulle beröras av vårt projekt. Bifogade situationsplan, upprättad 86 01 16 och kompletterad 92 07 30 visar tydligare våra avsnitt med tillhörande anslutningspunkter. Att få klarlagt var i marken de olika ledningarna i realiteten går fram visade sig svårare än beräknat. Problem av detta slag synes dessvärre vanliga, vilket kan försvåra införandet av den av oss tänkta systemspridningen, kanske främst på dränsidan. På

spillvattensidan kunde vi sedermera lättare få nätets framdragning bättre bekräftat genom användande av rökpatroner under det att systemet satts under ett visst lättare undertryck.

För att undvika större missgrepp och felkällor i dränsystemet valde vi, som framgår av situationsplanen, att i stället för det runt hus nr 21 utnyttja det system som nyligen hade renoverats och förnyats vid grunden på hus nr 19. Möjligen skall rekommenderas att anläggande av nya radon-dränsug helst bör ske i samband med en översyn av tilltänkt dränsystem.

2.3 Åtgärder i det befintliga markförlagda rörsystemet

En störning som allvarligt skulle kunna sänka avloppets temperatur och värmeinnehåll och därmed reducera möjligheterna till återvinning av energi ur avloppssystemet är om större mängder dagvatten tillföres avloppet. Många system får nämligen felaktigt ta emot stora mängder dagvatten, speciellt vid snösmältning och kraftigare regn. Allmänt sett är det ju också för reningsverkens funktion och ekonomi olämpligt att låta dagvatten strömma in i spillvattensystemet. Utspädningen med det relativt rena dagvattnet i spillvattnet innebär ju onödigt uppoffrande av reningskemikalier och vid stora tillflöden dessutom större utsläpp på grund av överfyllnad och breddning.

I vårt aktuella område tidigarelades därför ett åtgärdspaket, som i övrigt planerades för genomförande i kommundel efter kommundel: Ledningssystemets dagvattentillflöden identifierades och avledningar genomfördes så att denna tillförseln kunde minimeras. För ändamålet togs t ex ett dagvattendike i anspråk samtidigt som husägare rekommenderades att avleda sitt dagvatten själva i största möjliga utsträckning enligt bifogade anvisningarna A-G med ritningsexempel. Både kommunens egna och fastighetsägarnas åtgärder kunde därefter konstateras ha medfört att tillflödet till reningsverket, som är lokalt för denna mindre kommundel, blott marginellt påverkades vid större nederbördsmängder och snösmältning.

Det torde som regel vara ofrånkomligt att en viss osäkerhet råder om var olika delar av spillvattenledningarna drar fram i ett bostadsområde. Ett exempel i vårt fall: En huvudpunkt för luftinläppet valdes intill den spillvattenbrunn som markerats på situationsplanen och som ligger c:a 60 meter uppströms hus nr 19, där utsugningsfläkt och installationer i övrigt lokaliserats. Luftinläppet utgöres av ett gjutjärnsrör med inner-

diametern 300 mm och höjden c:a 3 m över mark för att tillförsäkra ett ostört inflöde. Vid senare kontroll genom övertäckning av denna tillflödesöppning kunde dock konstateras en oväntat liten påverkan på totalflödet vid utsugningsfläkten och i luftfördelningen samt i rörsystemet som helhet. Oavsett om denna mynning är öppen eller stängd sker ett rejält och med rökpatron fullt konstaterbart inflöde i spillvattenbrunnarnas lufthål såväl nära detta huvudinsläpp som ganska långt därifrån - t ex uppströms hus nr 23. Felsökning pågår. Felet berör ju närmast BFR:s pågående uppföljningsprojekt och mätningar och avses redovisas i därtill hörande rapport.

2.4 Anslutningar till den befintliga panncentralen

I panncentralen i hus nr 19 finns all utrustning från det tidigare SBUF- och BFR-projektet avseende hela ventilations- och värmeåtervinningssystemet med tillhörande frånluftsvärmepump. Det enklaste och mest ekonomiska är naturligtvis att från början koppla till en återvinning ur avloppet. Tillkopplingen i efterhand i försöksanläggningen i vårt fall passade dock utmärkt då det tillkommande förväntade tillskottet från avloppet därigenom säkert kunde särskiljas från de tidigare BFR-dokumenterade mätningarna. Mätutrustningen för registrering av ett antal parametrar via bl a telenätet fanns ju också kvar och kunde nu disponeras om för de nya mätningarna.

Rördragning och nya komponenter kunde också relativt enkelt infogas i den befintliga pannrumsmiljön. Värmepumpens effekt kunde likaledes lätt utökas genom kompressorbyte inom det befintliga skalet. Ombyggnaden och omdisponeringen av systemet i pannrummet framgår av bifogad ritning V50:01. Som framgår är installationen mycket lik en konventionell pannrumsanläggning med värmepump. Det mera avvikande är således fläktaggregatet, markerat FF10, och den intilliggande värmeväxlaren för värmeåtervinningen ur avloppet. Fläkter suger således primärt ur avloppssystemet men är så kopplad att den även kan utnyttjas för försöksvis evakuering ur dränsystemet. Luften från avlopp och drän leds efter värmeväxlaren ut i en plastledning utmed pannskorstenen upp över tak. Fläkten och värmeväxlaren är utförda i korrosionssäkra materialkombinationer: Fuktutfällningen utgör ju en väsentlig del av den totalt återvinningsbara värmemängden. Bifogade tre fotografisidor F1 - F3 visar mera detaljerat väsentligare rördragningar och anslutningar, installationsdetaljer, apparater och exteriörer.

2.5 Tillkommande utrustning, kontroll och installationer.

Utöver nyinstallationen av fläkten och värmeväxlaren på luftsidan måste värmeväxlaren på vattensidan bytas ut. Vattenkvalitén i föreliggande kommundel härrör nämligen från en lokal vattentäkt, som kan medföra korrosion. Den härför inkopplade doseringen, kan å andra sidan ge upphov till kalcitpåslag på hetare installationsdelar. Detta skedde på den tidigare värmeväxlaren. Vid det nu aktuella utbytet och nya idrifttagandet justerades därför drifttemperaturen ner på tappvarmvattensidans känsliga delar till under 50 grader C för att förhindra detta.

Ett nedsatt flöde upptäcktes på brinesidan intill mängdmätaren samt vissa avvikelser i förväntade flöden och temperaturer på denna sida. Ett känt faktum är att fel procentsats vid här aktuell glykoltyp, polypropylen, kan ge upphov till en starkt trögflytande brine. I samband med tillkopplingen av återvinningen ur avloppet ökades också brinepumpens kapacitet. En kontroll av brinekvalitén visade att denna var OK. Igensättningen kunde i stället senare lokaliseras till ett filter.

Sammanfattningsvis utfördes följande ändringar och kompletteringar: Se ritningen V50:01.

Rörssystem

Köldbärrarledningen KB2 i pannrum utbyttes från DN50 till DN65 (gröna rör). Befintliga ventiler bibehölls och återanvändes.

Ny KB-40 drogs mellan nya återvinningsbatteriet LK2 och stamledningen KB2-65.

2 st avstängningsventiler AV-40 och 1 st strypventil SV82-40 inmonterades. Dessa ventiler flyttades från proppade ledningar vid värmepump.

Befintlig värmemängdsmätare demonterades och flyttades till ny ledning KB2-40 för återvinningsbatteriet.

Befintlig växelventil ESBE demonterades på ledning VS2-50.

Befintlig styrventil med temperaturgivare i hetvattenkrets betjänande befintlig varmvattenberedare flyttades.

Apparatinstallationer

1 st 3-vägsventil LANDIS & GYR VXG.41.50 komplett med ställdon utbyttes mot den befintliga ESBE-ventilen.

Ny drivsida för cirkulationspumpen P1 PERFECTA A50-14, $q = 1,8$ insattes.

Pump P3 utbyttes till PERFECTA AS-25-3.

1 st styrventil LANDIS & GYR VVG.41-20 installerades i tappvarmvattenets laddningskrets. Befintliga styrventilen VVG.41-15 demonterades.

Befintliga kompressorenheten i värmepumpen utbyttes från EVE 2.50 till EVE 2.80 från TERMOTEKNIK. Utgående värmeeffekt c:a 30 kW.

1 st ny laddningsvärmväxlare anpassad till ovanstående utrustning monterades upp.

Avloppsinstallationer

1 st frånluftfläkt FF10 AREX typ LCPR-025 i PVC-utförande med ZIEHL.s DNR motor installerades med följande data:

$q = 0,38 \text{ m}^3/\text{s}$
 $p_{\text{tot}} = 500 \text{ Pa}$

1 st värmeåtervinningsbatteri LK2, utrustat med kondensuppsamlare med vattenlås typ TOCA CW-R-4-600 x 480-14R-4 koppar/aluminium i expoitiutförande installerades.

1 st varvtalsreglering för frånluftfläkt av ZIEHL.s typ KDT-T-9-US samt utetemperaturgivare SGN installerades.

1 st manuell spjäll för plaströr typ AREX trottelspjäll TS dim 250 installerades.

Till markavloppsrör från huvudledning i mark till insida pannrum användes dim 225. Vid inkopplingspunkt i mark monterades inspektionsbrunn dim 400 med övergång i pannrum till plastkanal av AREX typ CORRO-VENT dim 250.

En plastkanal anslöts via övergång till rektangulärt kylbatteri och fläkt, varefter en plastkanal drogs ut ur pannrum ovan tak intill skorsten, dim 200. Kanaler kondensisolerades med cellgummi i pannrum. Vid övergång till LK2 installerades en lucka för spolning av batteriet.

Betäckning till befintlig brunn intill hus 23 försågs med intagsledning av gjutjärn dim 300 avslutat c:a 3 m över mark.

Dränsystemet vid hus nr 19

En by-pass-ledning installerades mellan spillvattenledningen och dränbrunnens vattenlås i PVC-rör dim 110.

Luftintagsledning av PVC-rör dim 110 typritning installerades i slutänden av var sin gren på vardera sidan om huset nr 19.

Övrigt

Varmvattnets laddningskrets mellan laddningsväxlaren och de 6 befintliga ackumulatortankarna renspolades.

Temperaturgivare inmonterades i kanaler och rörsystem.

3 PRAKTISKA INSTALLATIONS- & DRIFTSERFARENHETER

3.1 Flödesriktningen och osäkerhetsfaktorer

En uppenbarlig komplikation vid försök till analys av flödesriktningar och övriga faktorer är att ledningar i mark helt enkelt inte med säkerhet kunde kontrolleras fullt ut vad avser förläggning och i någon mån även beträffande deras dolda anslutningar.

Tidigare i kap 2.3 nämnda försök med övertäckning av större luftintag gav ju ingen påtaglig förhöjning av undertrycket som därvid borde uppkomma i andra delar av systemet.

En faktor som måhända måste beaktas närmare vid utvärderingen inom BFR-projektets ram är hur skorstensverkan inverkar på luftströmmarnas flödesriktning i olika delar av systemet. Även vissa vindhastigheter över t ex luftningsrörens mynningar ovan tak torde kunna påtagligt inverka på systemets tryckförhållanden och -variationer. Med ledning av motsvarande iakttagelser i ventilationsskorstenar vet vi att tryckvariationerna och särskilt undertrycken kan bli avsevärda och dessutom ojämnt fördelade i olika pipor beroende på vindhastigheter och riktningar. Den effektiva dämpningen därav i ventilationsskorstenarna var en förutsättning för att vi uppnådde det önskade jämna flödet i dessa.

3.2 Mätvärden

Till följd av de extremt varma vinterförhållandena och vissa intrimningsproblem föreligger ännu endast begränsade mätresultat. De som finns att tillgå styrker dock uppfattningen att anläggningen fungerar på avsett sätt.

Följande resultat från BFR-uppföljningen återges här som en indikation på detta.

Exemplet omfattar en mätperiod vecka 46 under tiden 92 11 05 - 11 11:

Medeltemperatur brine var då 7,9 grader C ut
2,1 grader C in

Lufttemperaturen från avloppsnätet till värmeväxlaren: 12,1 grader C. Luftfuktigheten mycket hög (c:a 90%).

Lufttemperaturen från avloppsnätet efter värmeväxlaren: 5,5 grader C och med motsvarande mängd fälld luftfuktighet (återvunnen energi).

Luftflödet var c:a 0,38 kubikmeter/s.

Effekt genom luftens
temperatursänkning $P = 0,38 \times 1,2 \times 6,6 = 3,0 \text{ kW}$
Effekt från fukt-
utfällningen c:a 3,5-4 kW
6,5-7,0 kW

Effekten uppmätt via brinekretsen var 7,0 kW.

Utetemperaturen har under provperioden som
medelvärde varit 4,4 grader C.

Fläkten som är installerad efter värmväxlaren
förbrukar enligt preliminär beräkning 0,87 kW.

Undersökning och intrimning av systemet pågår och
vår bedömning är att det bör finnas god möjlighet
att komma i närheten av den vid projekteringen
förväntade effekten.

3.3 Utvärdering ur installations- och driftsynpunkt

Installationen i pannrum och ovan mark kunde
genomföras planenligt och inom de antagna
kostnadsramarna. Arbetena utgjordes av kon-
ventionell rör- och kanaldragning. Uppkopplingen
av ingående komponenter och apparater var mera
okonventionell. Med hjälp av ritningar och
specifikationer kunde emellertid systemets upp-
byggnad relativt lätt klarläggas och genomföras av
väl förfarna fackmän.

Det markförlagda ledningssystemet inrymde som
nämnts flera teoretiskt diskuterade osäkerhets-
faktorer. I praktiken kan här en typisk oväntad
situation exemplifieras avseende anslutningen av
de för systemet mest väsentliga ventilationsrören
från brunnen vid hus 19 nära pannrummet. Vid
grävningsarbetena uppkom sprickor i brunns-
detaljerna, vilket innebar utbyten och väsentligt
mer arbete. Detta visar riskerna vid punktvisa och
isolerade insatser. I praktiken torde emellertid
de flesta åtgärder beträffande ventilations- och
avloppsanläggningars förnyelse ej ske isolerat som
i detta fall utan vanligen i mera övergripande
sammanhang. Vid t ex ROT-åtgärder förekommer ju
som regel behov av utbyte av många avloppsled-
ningar, särskilt de av oss här berörda delarna.
Det gäller ofta just ledningssystemets slutsteg
och dess anslutning mot gatans avloppsledningsnät.
Vidare kan förväntas att genomförandet kan gå
lättare, smidigare och bli billigare när ett antal

systemlösningar genomförts i några olika projekt. De blir då möjliga att projektera och genomföra arbetena mera rutinmässigt.

En drifterfarenhet som noterats är att återvinningen ur avloppet med fördel koncentreras till eldningssäsongen. Under sommarhalvåret täcker ju som regel tillgången på värme ur frånluften gott och väl tappvarmvattenbehovet. Det är dock önskvärt att ev radonsuganslutning är i funktion året om. Detta innebär att en avvägning måste göras beträffande fläktdriften. Antingen får denna ha en sådan regler- och driftstyrning att en reducerad drift är möjlig utan större energiförluster eller också får separata fläktar väljas för respektive ändamål.

4 VIDAREUTVECKLING

4.1 Värmeåtervinning och värmepumpsystem ifrågasatta

Diskussionen om behovet och nyttan av värmeåtervinning eller inte har åter blivit aktualiserad. Boverket överväger sålunda att slopa kravet på detta i Nybyggnadsreglerna, åtminstone i områden med fjärrvärme. Detta beaktades faktiskt redan vid föreliggande anläggnings iordningställande, därigenom att den lokaliserades till en anläggning långt utanför fjärrvärmens möjliga utbredningsområde.

Här aktuella SPAR-VEN-systemets ventilationsanordningar på skorstenstopparna fungerar ju i första hand som självdraagskompensatorer med vinddämpare och hjälpfläktdrift vid vikande självdrag. Utförandet är dock sådant att de är direkt användbara för återvinning av värme ur frånluften om så önskas. Det betyder att systemet således alltid i sin grundform utan extra kostnad är **förberett för värmeåtervinning** genom anslutning till ett konventionellt värmepumpsystem. Detta kan således genomföras från början eller vid senare tillfälle beroende på t ex aktuella energikostnader samt övriga gällande fastighetsekonomiska förhållanden och villkor. Denna flexibilitet synes nu ligga särskilt väl till och motsvara vad såväl Boverket, branschen som marknaden allt tydligare framför som ett önskemål.

Vad gäller själva värmepumparna så har de däri ingående freonernas skadlighet för miljön under hand kommit att påvisas med allt större kraft. Förbud och begränsningar i olika grad har sålunda utfärdats. Ytterligare skärpningar är att vänta.

Då föreliggande system arbetar med brine är emellertid mängden freon redan därigenom starkt begränsat. Propåerna om att ammoniak skulle kunna bli aktuell i framtida anläggningar är intressant. Även en sådan lösning diskuterades vid projekteringen i samband med utbyggnaden av föreliggande anläggning. Redan tidigt fanns tillgång till en kompressor, som uppgavs tåla ammoniakdrift. Reglerna runt ammoniakens användning för bostäders energisystem efterhördes. De var emellertid vid denna tidpunkt ännu oklara och formellt tillsvidare mycket stränga: Ammoniakens i jämförelse med freonerna mycket miljövänliga egenskaper måste dock vägas mot dess starka giftverkan på människa vid läckage och direkt inandning. Formerna, skyddet och tekniken för användning av ammoniak ut-

vecklas emellertid nu starkt och kommer att leda till en omfattande användning i värmepumpar av olika slag, ungefär som vi tidigt ansåg oss kunna förutse.

En annan viktig förutsättning för att kunna motivera värmeåtervinningsinsatser är emellertid att så många spillvärmekällor och bifunktioner som möjligt kan utnyttjas parallellt. Se exempel på sådana enligt följande.

4.2 Effektiviserad värmeåtervinning genom förvärmning av tappvarmvattnet

Förslag att försöka förvärma kallvattnet till fastigheters tappvarmvattensystem med hjälp av frånluftens värmeinnehåll direkt framläggs då och då. Det visar sig emellertid redan efter enklare beräkningar att en sådan direkt värmeväxling med dessa mediernas låga temperaturdifferenser bl a skulle kräva orimligt stora ackumulatorvolymerna för att i normalfallet kunna fungera. En värmepump-anläggning som väsentligt höjer temperaturen synes därför vara den bästa lösningen ur denna och en rad andra viktiga synpunkter.

Ett enkelt sätt att åstadkomma ett bättre utnyttjande av återvunnen frånluftsvärme är emellertid att låta tappvarmvattnet från första stegets ackumulatortankar gå till blandningsventilens kallvattentillopp enligt det streckade inkopplingsförslaget på bifogade ritningen V50:01. Detta innebär en särskild fördel i föreliggande provanläggning vars drifttemperatur på värmepumpsidan avsiktligt måste hållas särskilt låg. Detta för att som nämnts undvika kalkutfällningar på grund av den speciella lokala vattentäktens vattenkvalité.

Mycket talar också för att den normalt högsta tappvattentemperaturen omkring 50 grader C från en värmepump-anläggning är alltför låg för att förhindra tillväxt och spridning av de farliga legionellabakterierna. En eftervärmning av tappvarmvattnet upp till minst 70 grader C i ett andra steg som visas är numera ett allt vanligare sätt som generellt bör rekommenderas.

4.3 Utnyttjande av värmeåtervinningsanläggningen för kylning av källarförråd till matkällare

En ytterligare möjlighet som såvitt bekant ej utnyttjats tidigare är att låta återvinnings- och värmepumpsystemets kalla brine kyla ett källarutrymme:

I äldre hus, för vilka föreliggande system är särskilt lämpat, finns inte sällan vissa källarutrymmen som ursprungligen var avsedda att användas som matkällare. I och med införandet av centralvärme och tillhörande fördelningsledningar finns dock sällan i praktiken numera några sådana tillräckligt svala källarutrymmen att tillgå. Efterfrågan på förvaringsmöjligheter för t ex frukt, potatis och andra rotsaker synes emellertid att efter hand ha snarare ökat än minskat.

Ett sätt som borde prövas är att låta den kalla brinen efter värmepumpen passera genom en fläktluftkylare placerad i några för ändamålet lämpliga källarutrymmen. Förslaget finns inritat på ritning V50:01 utmed brineledningen, i strömningsriktningen före skorstensburarnas värmeväxlare.

Avsticken utföres alltså i praktiken i källarregionen och självfallet så nära efter värmepumpen som möjligt för erhållande av lägsta möjliga brinetemperatur. Översiktliga mätningar tyder på att en godtagbar matkällartemperatur skulle kunna åstadkommas. Utrustningen för att uppnå detta bedöms också kunna utföras med enkla och billiga medel. Ett försök därmed skulle vara av intresse att genomföra. I föreliggande försöksanläggning finns t ex lämpliga utrymmen tillgängliga. De är lokaliserade på ett sätt som torde vara representativt för många hus av liknande slag och åldersklass.

5 **SAMMANFATTNING**

5.1 **Allmänt**

Värmeåtervinningen ur frånluften, som redovisades i "SBUF informerar 88:14", kompletterades med installationer för återvinning av även avloppets värmeenergi. Detta genomfördes genom ett kompletterande rörssystem för luftens avsugning ovan avloppsrörens spillvattenyta i medströms riktning mot en luft-brinevärmväxlare med ett svagt luftundertryck. Med ett motsvarande arrangemang tilläts även ett undertryck verka i dränledningssystemet runt husgrunden i syfte att begränsa inflödet av radongas från angränsande mark.

Syftet med luftströmmarna i avloppsrören var även att åstadkomma en ventilation i dessa och därmed minskad korrosion på vanligt förekommande rörmaterial.

I stället för det gängse utflödet av fuktig luft med frysrisk i luftningsrörens mynnningar åsyftades vidare att installationskompletteringen skulle åstadkomma ett svagt inflöde i dessa. Nämda frysrisk och komplikationer med tömda vattenlås och odör kan därvid anses bli begränsad.

Tilläggsinstallationerna utfördes som komplement till den tidigare genom SBUF redovisade och genom BFR provade värmepumpenläggningen. Ursprungsanläggningen återfinns sålunda i Byggeforskningsrapporten, BFRnr R66:1988 "Kontrollerad naturlig ventilation med värmeåtervinning. Utvärdering av ett experimentbyggnadsprojekt". Den nu kompletterade anläggningens driftresultat kommer på motsvarande sätt att redovisas i en ny Byggeforskningsrapport med en titel likartad föreliggande SBUF-rapport.

5.2 **Resultat**

Installationerna med kompletterande rördragningar i såväl mark som värmecentral samt tillkommande installationer av apparatur har kunnat genomföras planenligt och inom givna kostnadsramar. Rör och komponenter är genomgående av standardtyp. Det nya i installationerna är främst inkopplingsvägarna, införseln av luft och undertryck i avlopps- och dräneringsrören samt de okonventionella flödesriktningarna.

I panncentral och dränsystem har de avsedda flödena och flödesriktningarna erhållits. I avloppsledningarna i mark har i stort sett rätt

flödesriktningar konstaterats. Däremot inte i alla avseenden de förväntade volymströmmarna och temperaturdifferenserna. Det mest påtagliga problemet som konstaterades under installationsarbetets gång var svårigheten att finna de planerade anslutningspunkterna i mark samt att undvika grävskador. Vissa smärre reparationer och utbyten av skadade delar var sålunda oundvikliga. En faktor, som inte direkt berör installationerna men som fördröjt en totalredovisning, är de två på varandra följande osedvanligt milda vintrarna 1990-91 och 1991-92.

Undersökningen av systemets kapacitet och funktioner fortgår inom ramen för nämnda BFR-projekt och avses kunna slutföras under kommande vinter. Bedömningen är att anläggningen bör ha goda möjligheter att prestera den förväntade och ursprungligen projekterade effekten.

Detta betyder i sin tur att merkostnaderna för tilläggsinstallationerna i försöksanläggningen, som uppgick till 290.000 kr exklusive projekteringen, i normalfallet och vid upparbetade installationsrutiner skall kunna resultera i anläggningar med fastighetsekonomiskt god lönsamhet. Närmare kostnadsberäkningar kommer att återfinnas i den ovannämnda uppföljande Byggforskningsrapporten ställda mot de däri slutligen redovisade energisparresultaten.

Radongaskoncentrationen, som var lägre än väntat i källarregionen, minskade emellertid signifikant när dräneringssystemet sattes under det avsedda svaga undertrycksflödet. Förekommande radongaskoncentrationer, som tidigare uppmätts i lägenheter till c:a 200 Bq/m³, synes emellertid i huvudsak hörröra från husets väggmaterial i föreliggande fall. Någon kvantifiering av ovannämnda effekt i källarregionen till följd av det sålunda arrangerade undertrycksflödet i dräneringsledningarna kunde därför ej göras. Åtgärdens enkelhet och låga kostnad borde dock ge anledning till ett nytt försök vid någon annan fastighet med mera tydlig radonpåverkan från mark.

Systemlösningen med luftströmmar genom avloppsrören innebär en nyttig luftväxling som undan- skaffar dålig lukt och minskar korrosionen i rörmaterialet. Momentant uppträdande odörer avleddes över tak och avklingade därefter snabbt, varefter ytterligare besvärande lukt ej vidare kunde konstateras.

Ev risk för frysning kunde ej närmare kartläggas under projektperiodens osedvanligt milda vinterförhållanden. Uppföljningen på denna punkt avses redovisas inom BFR-projektets ram.

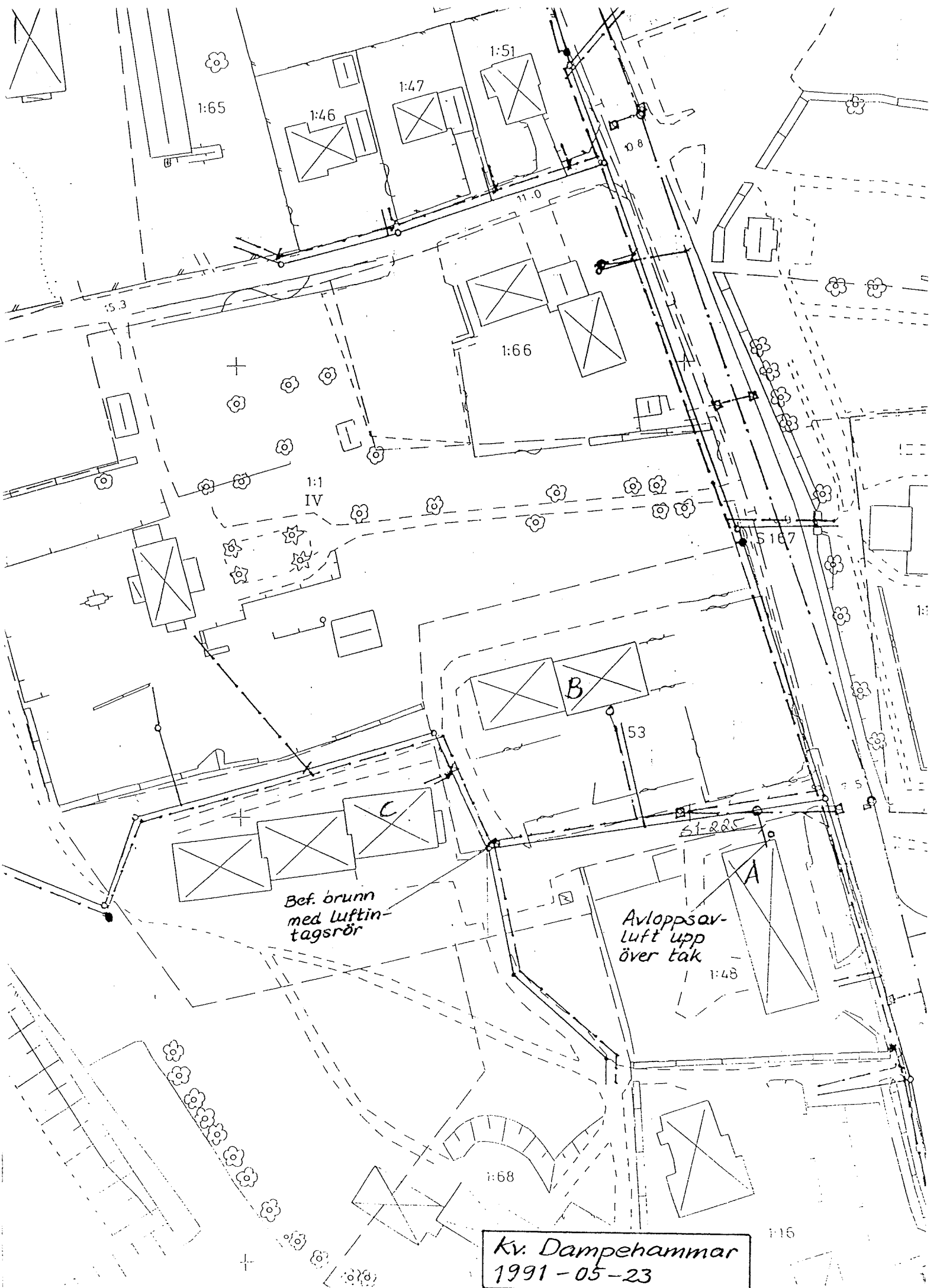
Ytterligare information och forskningsresultat erhålls genom Göran Hammarstedt, Hammarstedts VVS AB, Nybro, tel 0481 - 160 90, Bengt Olof Hecktor (BFR), Knaggen Energikonsult AB, Kalmar, tel 0480 - 146 81 och Lennart Eriksson, Iderikson AB, Kalmar, tel 0480 - 788 00.

5.3 Konklusioner

- * Med **rör- och apparatkompletteringar** i anslutning till avloppsrör i mark resp till värmepumpanläggning **möjliggöres** medströms ventilation av avloppsledningarna och **energiåtervinning ur avloppet**.
- * Installations- och apparatkostnaderna är **fastighetsekonomiskt lönsamma** med den förväntade energiåtervinningen som, efter kompletterande energimätningar, kommer att redovisas i separat BFR-rapport.
- * Ventilationen av avloppsledningarna medför dessutom att:
 1. Utströmningen av varm och fuktig luft ur dess utluftningsledningarna minskar/upphävs. Därmed **minskar/upphävs frysriskerna** i dess mynningar med motsvarande risk för ofrivillig tömning av vattenlås och åtföljande **luktproblem**.
 2. **Korrosionsriskerna** i avloppsrör av betong **minskar**.
- * Rörkomplettering i anslutning till dräneringssystemet i mark och anslutning till fläkt kan **reducera/undanskafla markradon**.

6 REFERENSER

1. SBUF informerar 88:14: "ROT-installation för ventilation och energibesparing".
2. BOVERKET, Typgodkännandebevis 602/89: "SPAR-VEN ventilationssystem. Principer för utförande av styrd självdragsventilation".
3. Bengt-Olof Hecktor, Gert Rännér: "Kontrollerad naturlig ventilation med värmeåtervinning - utvärdering av ett experimentbyggnadsprojekt" Byggforskningsrådet BFR nr R66:1988.
4. Bernt Karlsson: "Värme ur avloppsledningars ventilationsluft" Byggforskningsrådet, BFR nr R22:1986 och R2:1988.
5. Energi & Miljö nr 10, 1990 s 52: "45-procentig energivinst på värmeåtervinning ur avlopp och frånluft".
6. VVS-Forum nr 2, 1987 s 49: "Vinterkylan ger odör".



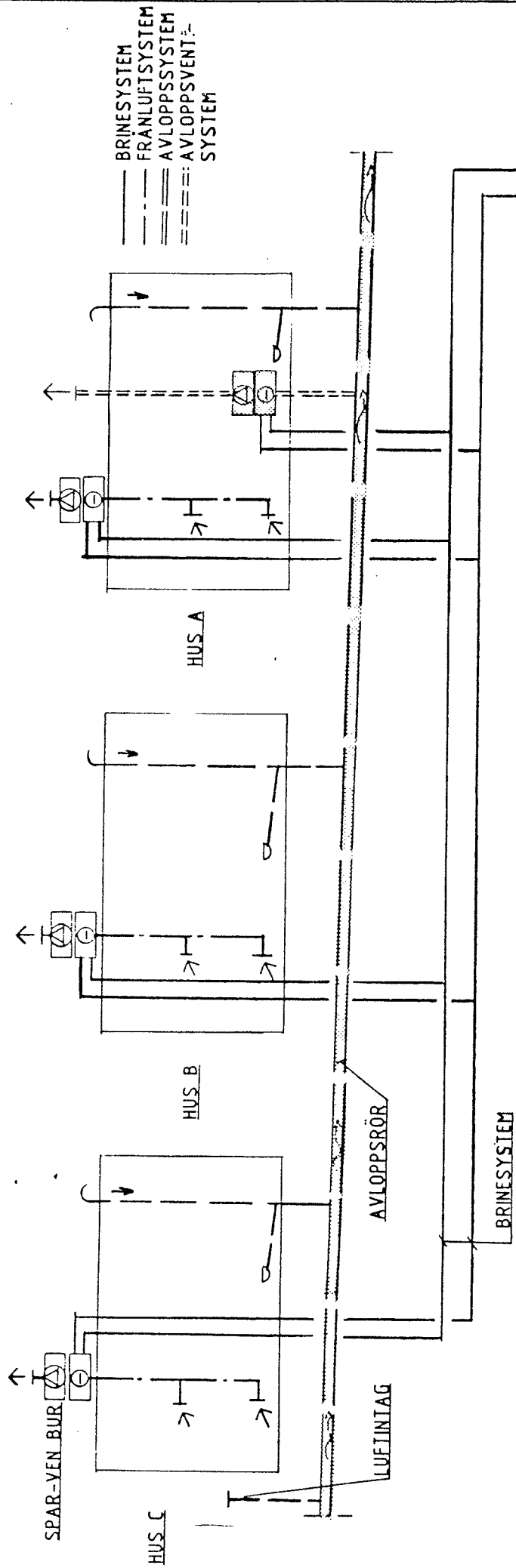
Bef. brunn
med luftin-
tagsrör

Avloppsav-
luft upp
över tak

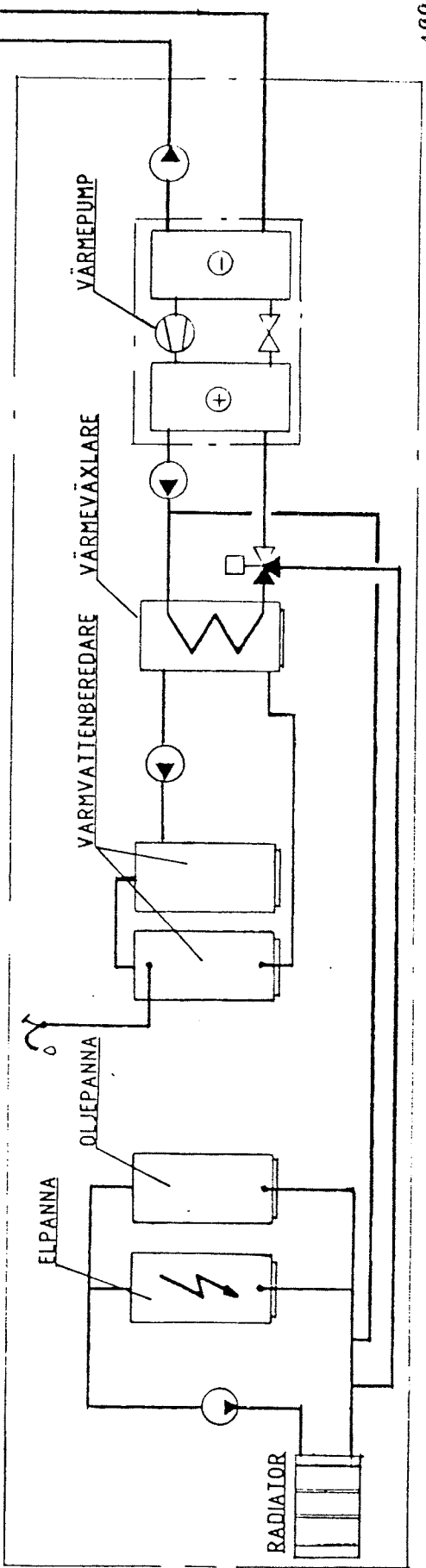
Kv. Dampemhammar
1991-05-23

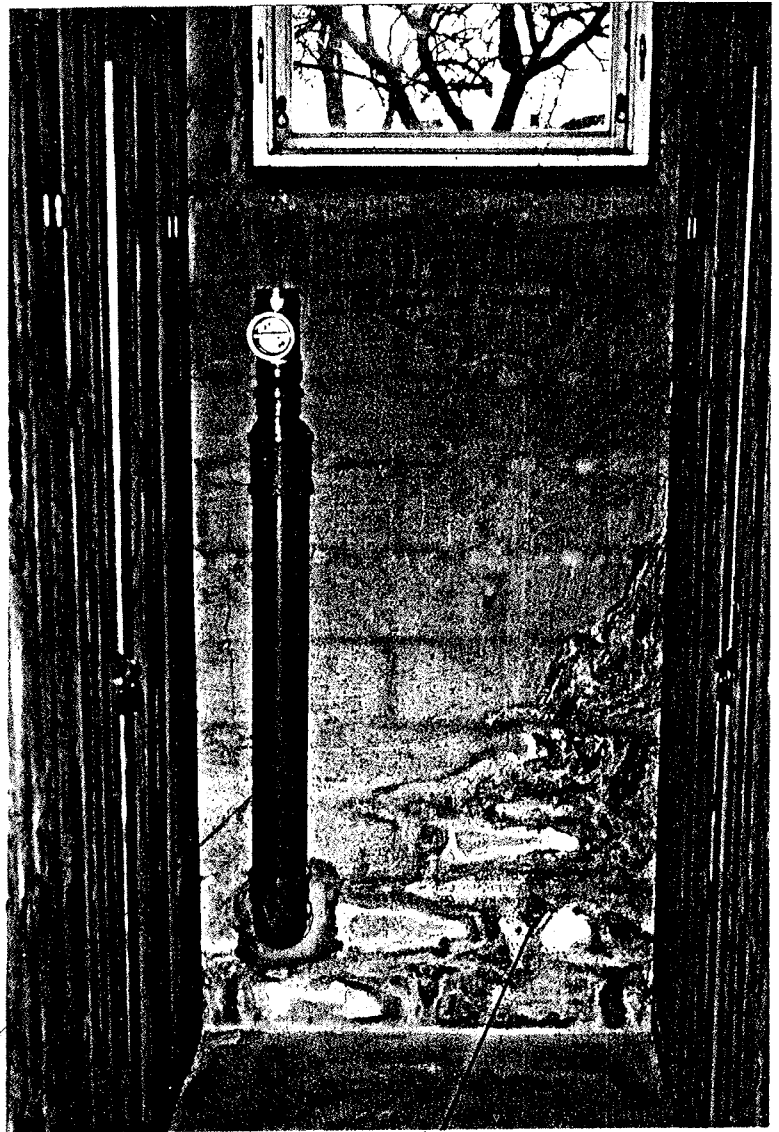
KVÄMPEHALLAR, KALMAR

FLÖDESSCHEMA, VÄRMEÅTERVINNINGSYSTEM FÖR VÄRME UR
FRANLUFT OCH AVLOPPSSYSTEM



VÄRMECENTRAL





Strypventil

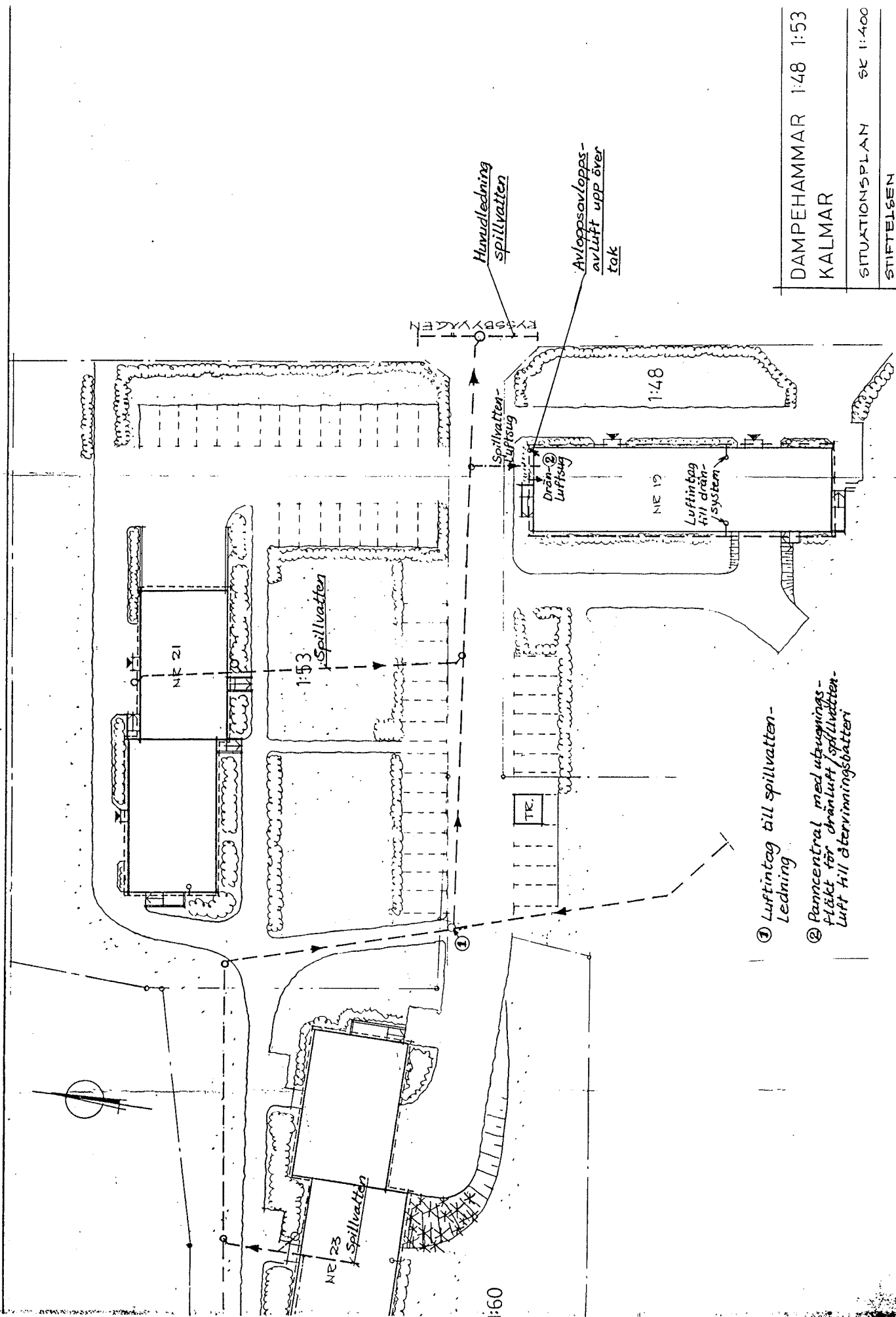
Fukt från före
dränomläggningen

PVC-rör

Dränledning

PRINCIP SKISS FÖR
LUFTINTAG TILL DRÄNLEDN

1989-01.13 / SW

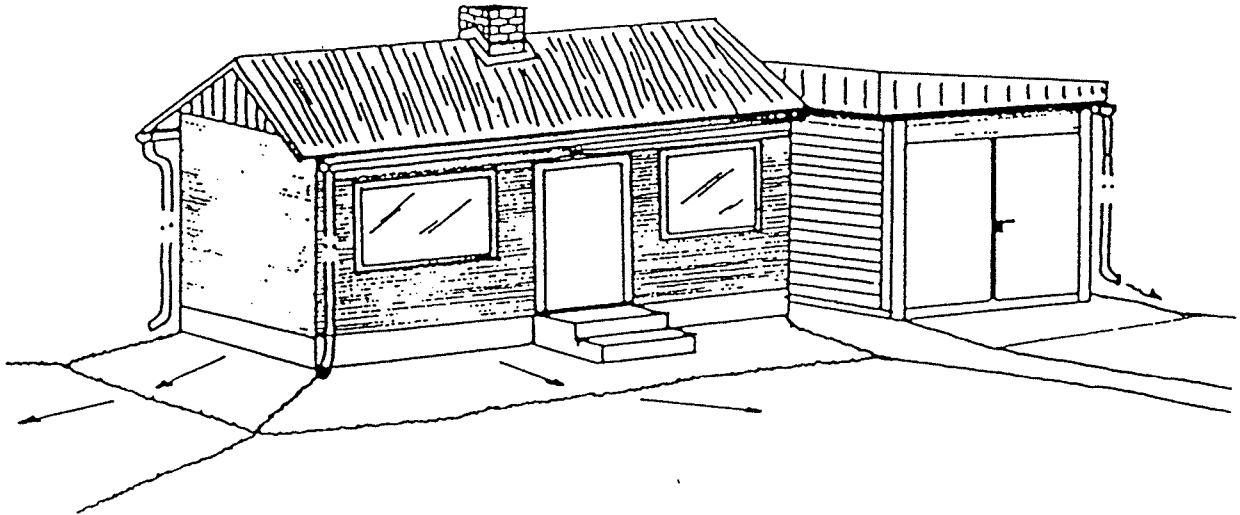


- ① Luftintag till spillvatten-ledning
- ② Panncentral med utvagnings-plätt för dränluft/ spillvatten-luft till återvinningsbatter

DAMPEHAMMAR 1:48 1:53
 KALMAR

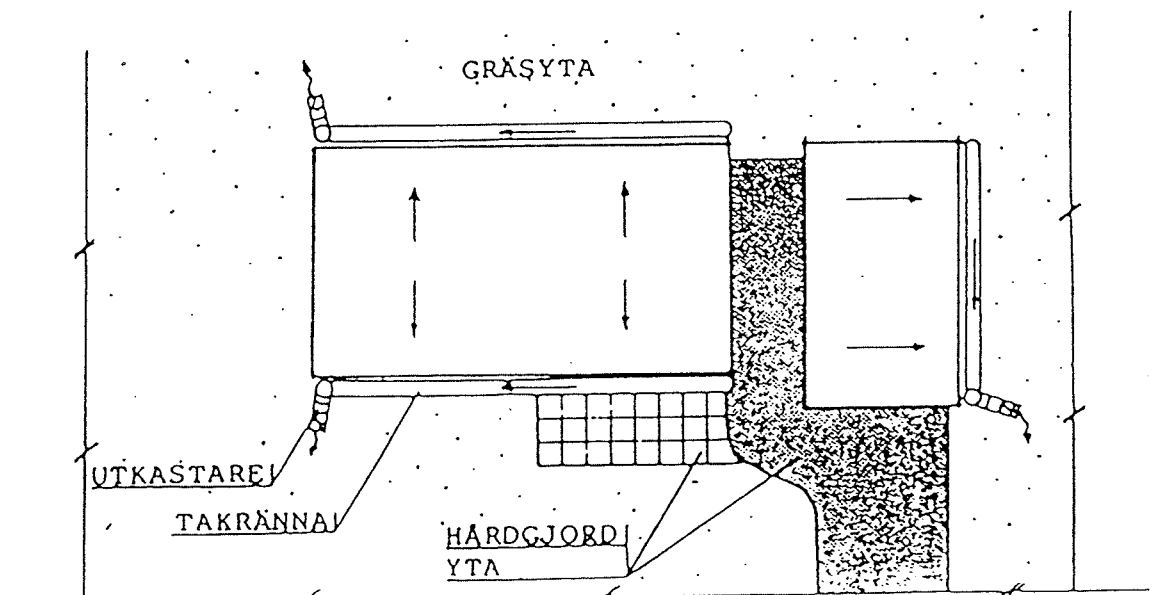
SITUATIONSPLAN SK 1:400

STIFTELSEN
 KALMARHEM 1986-01-16 1992-07-30

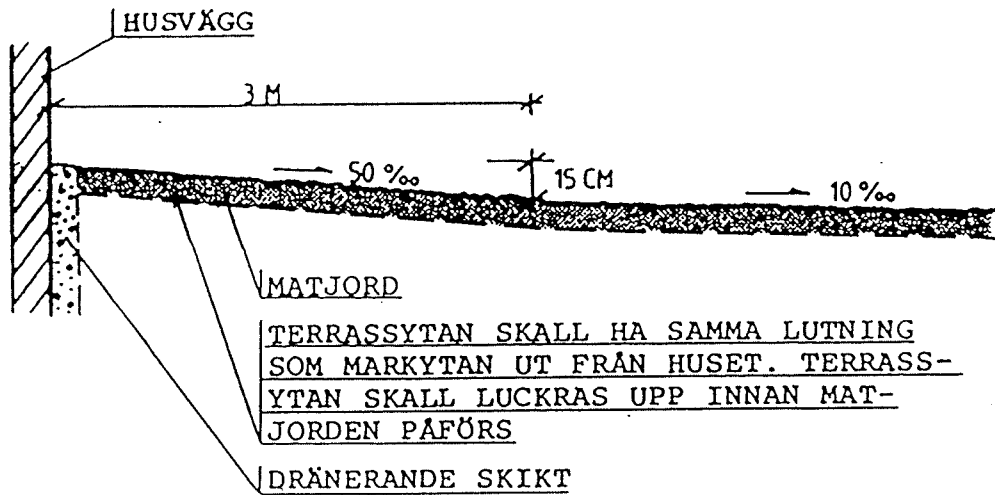
PLACERING AV UTKASTARE

TAKAVVATTNINGEN SKALL LÖSAS SÅ ATT UTKASTARNA KOMMER ATT MYNNA UT ÖVER EN VATTENGENOMSLÄPPLIG YTA DÄR VATTNET HAR MÖJLIGHET ATT INFILTRERA.

DET ÄR POSITIVT OM TAKVATTNET KAN FÖRDELAS UT VIA FLERA UTKASTARE.

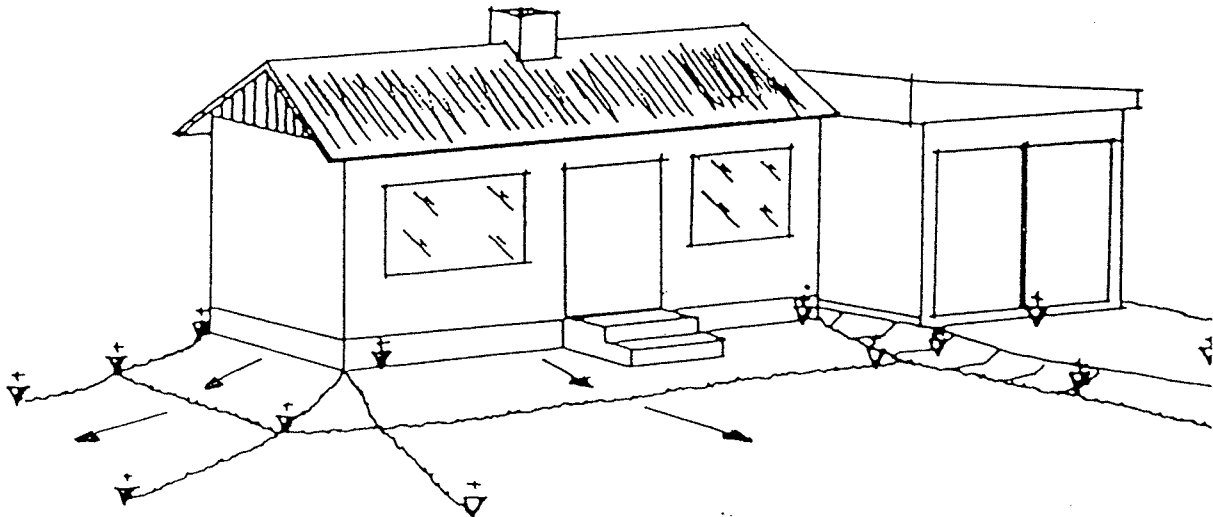


MARKLUTNING OCH HÖJDSÄTTNING NÄRMEST HUS



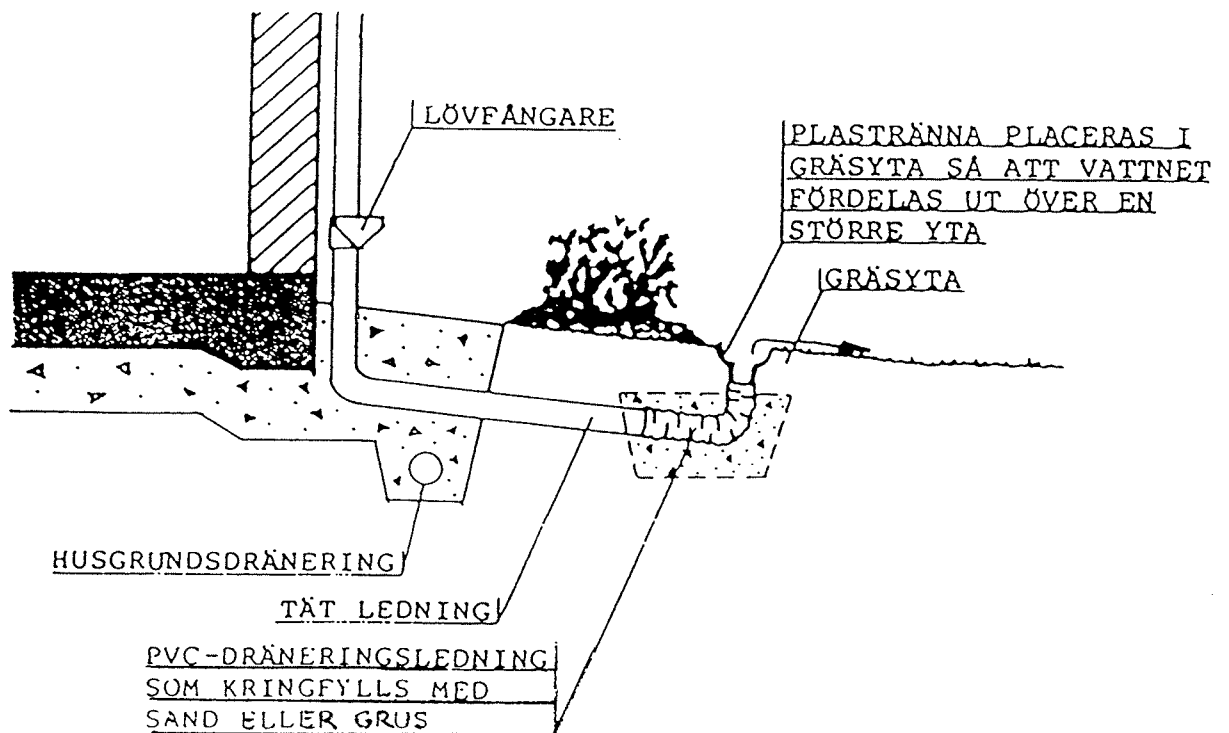
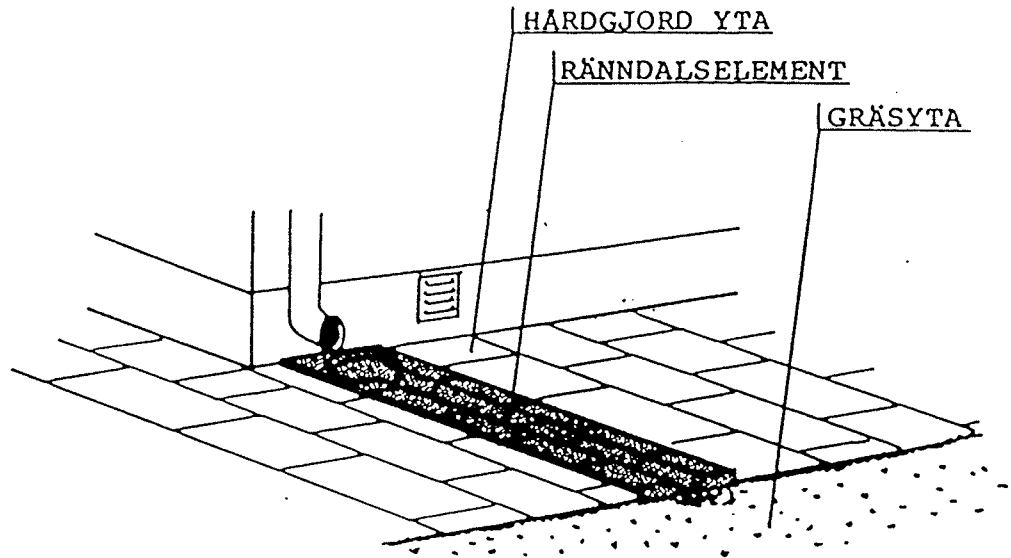
TÄNK PÅ ATT DE ANGIVNA LUTNINGARNA SKALL GÄLLA EFTER EVENTUELLA SÄTTNINGAR HOS FILLNINGEN MOT HUSVÄGGEN.

HÖJDSÄTTNING INOM TOMT

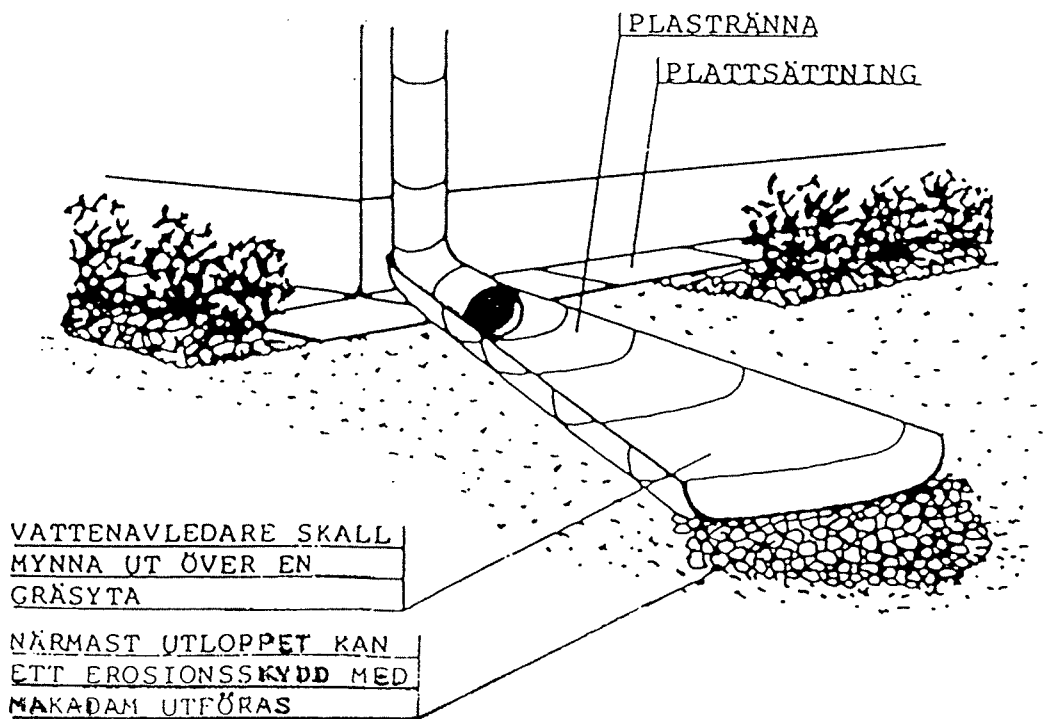
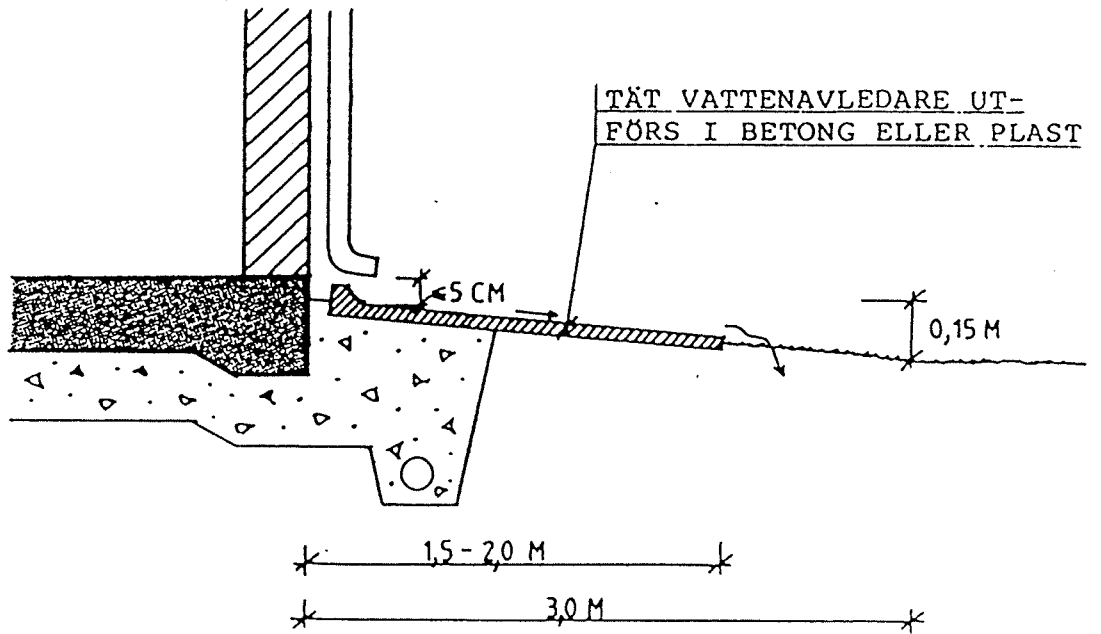


HÖJDER BÖR ANGES SOM VISAR FÖRHÅLLET MELLAN DE OLIKA MARKYTORNA. DETTA GÖRS FÖR ATT GARANTERA ATT LUTNING ERHÅLLS UT FRÅN HUSET.

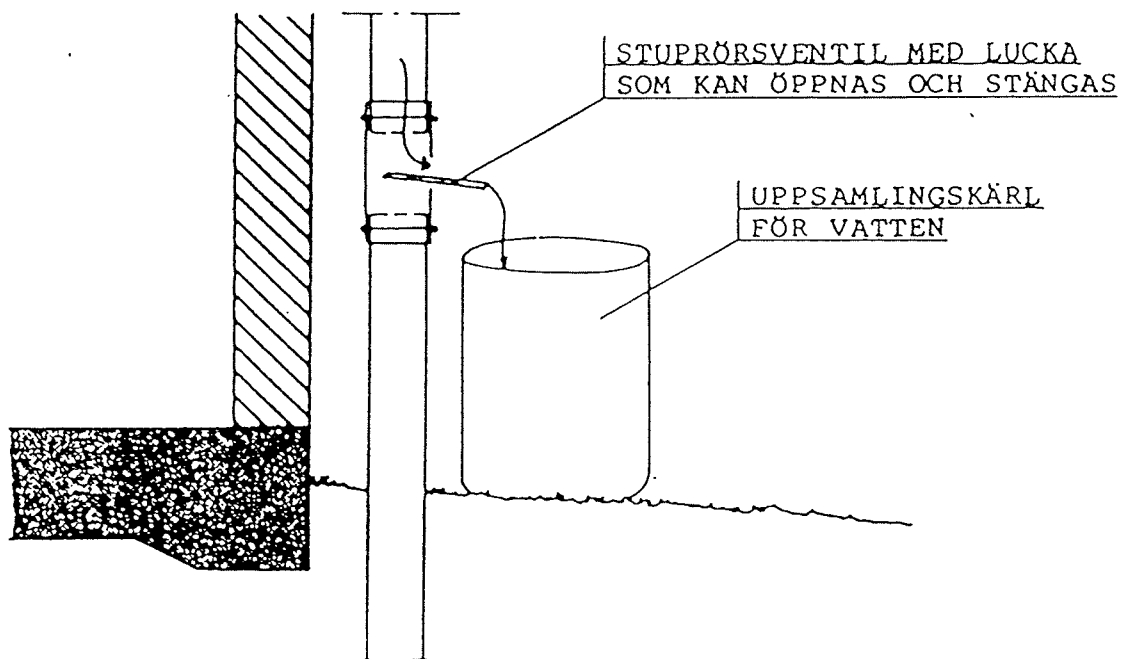
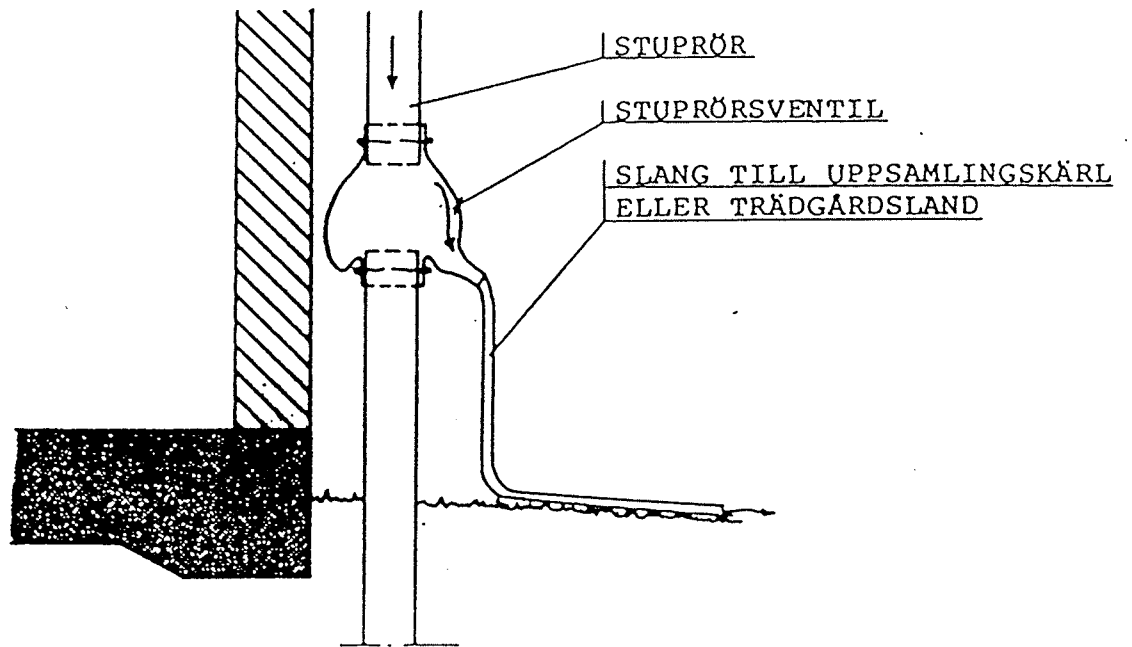
ANNAN UTFORMNING VID UTKASTARE (EXEMPEL)

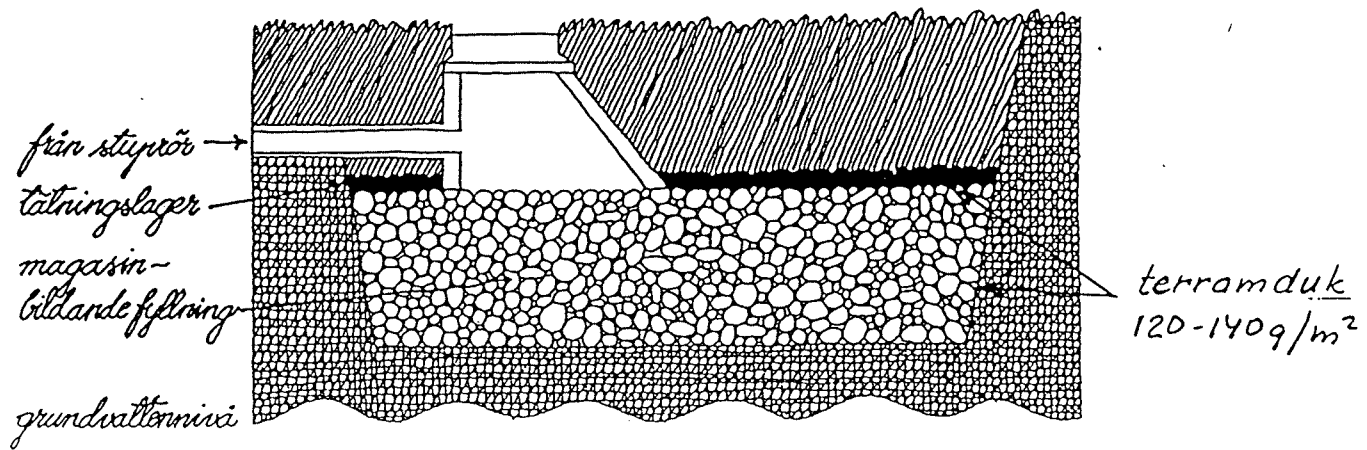


UTFORMNING VID UTKASTARE



STUPRÖRSVENTILER FÖR UPPSAMLING AV TAKVATTEN
FÖR BEVATTNING

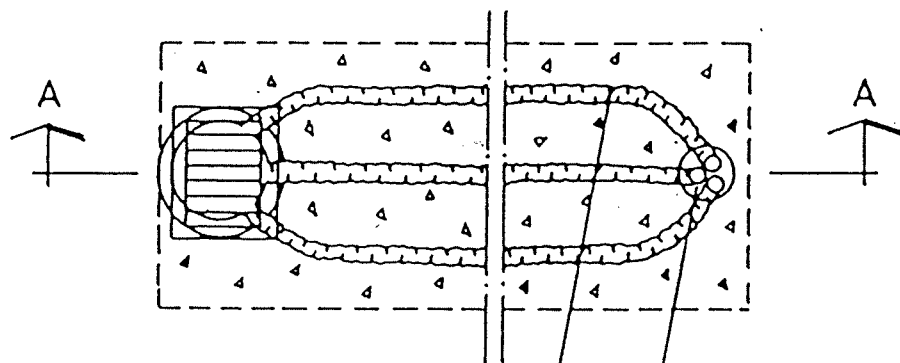




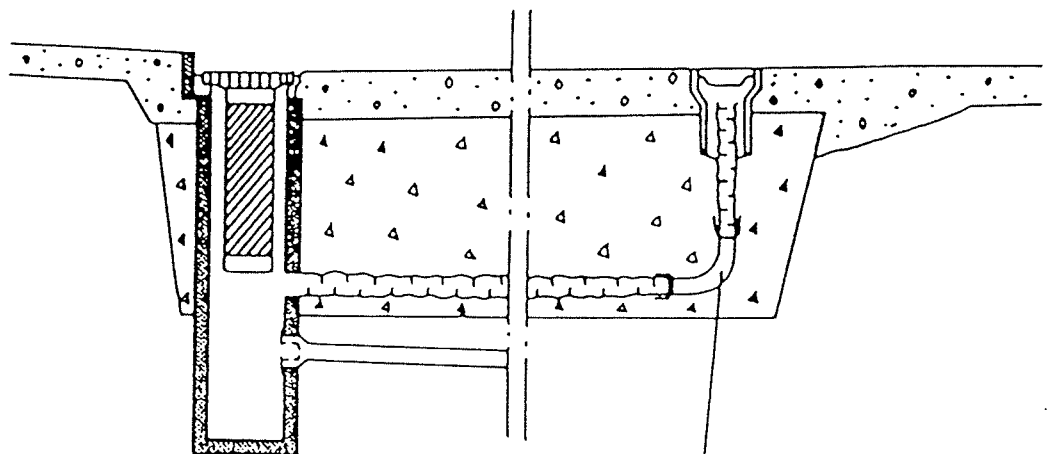
Principutförande av perkolationsmagasin.

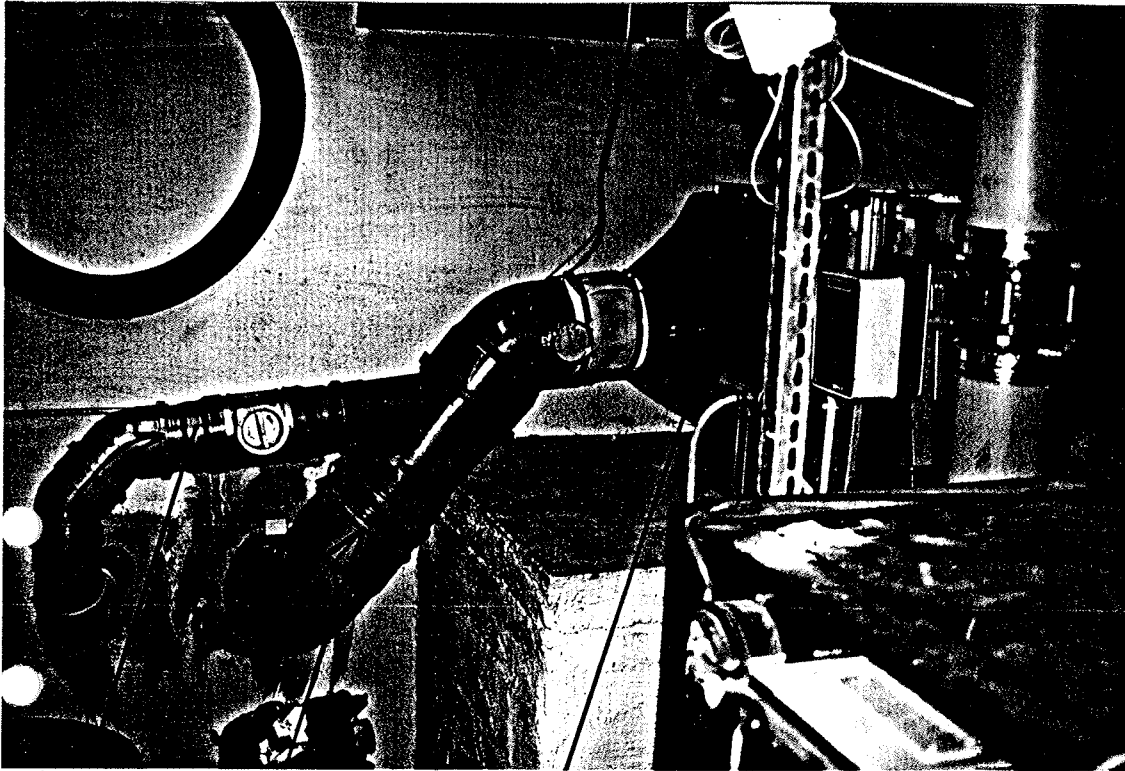
UTFORMNING AV FÖRDELNINGSLEDNINGAR

FÖR ATT UNDERLÄTTA EVENTUELLA KONTROLLER OCH DRIFT-
INSATSER KAN MAGASINEN OCH FÖRDELNINGSLEDNINGARNA
UTFORMAS ENLIGT DETTA EXEMPEL



FÖRDELNINGSLEDNINGAR

BRUNN FÖR
RENSNINGSRÖRLUFTNINGS- OCH
RENSNINGSRÖRSEKTION A - A



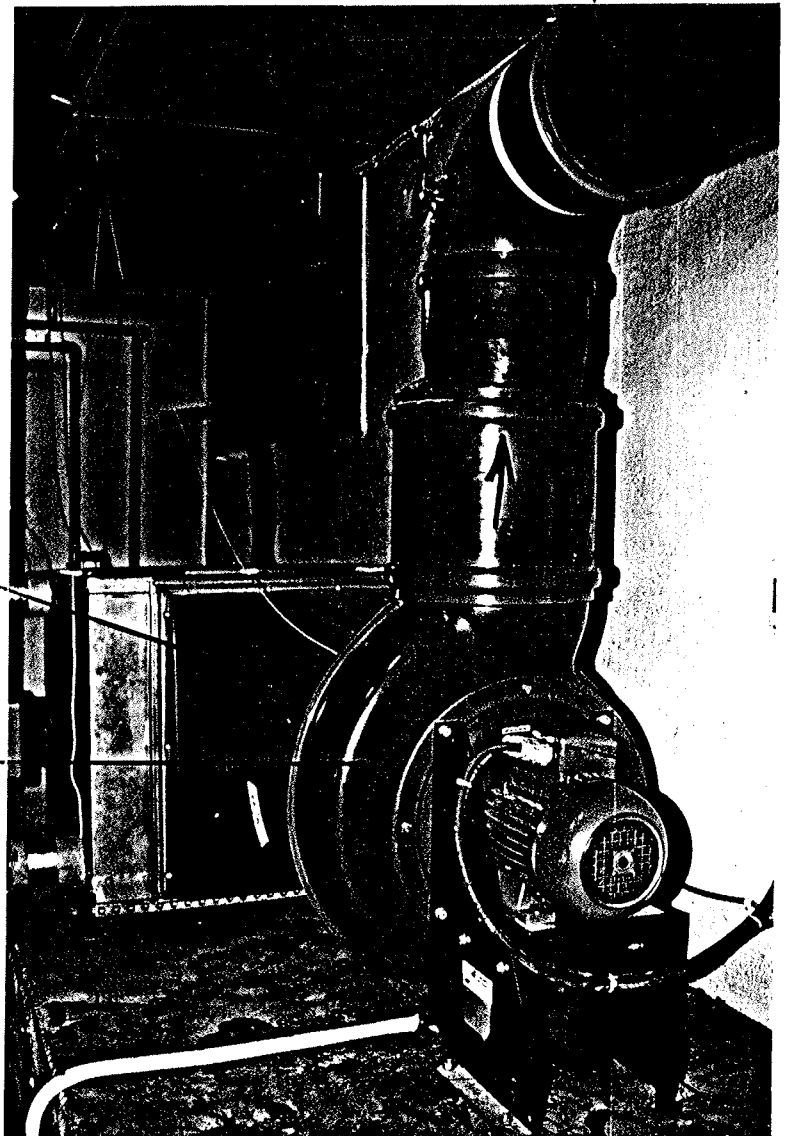
FrånLufts-
kanalen

Luft från
avloppet

Luft från dränet

Värmeväxlaren

Evakueringsfläkten

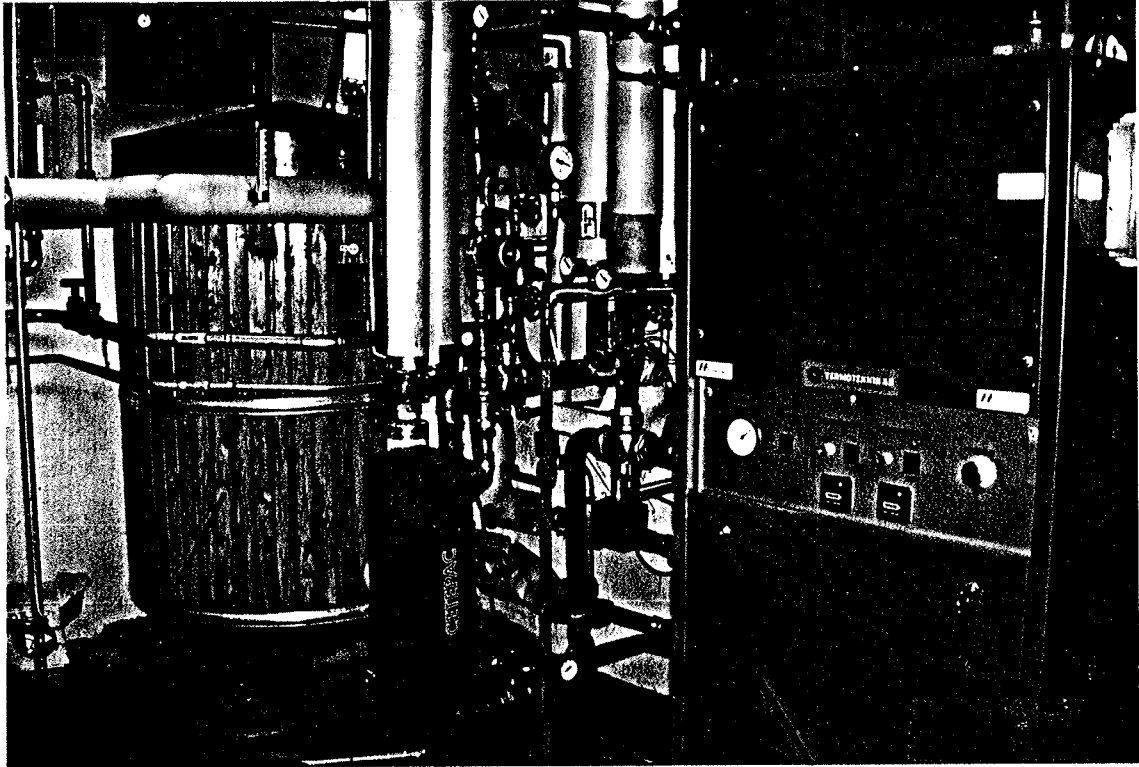




Frånluftskanalen

Luftintaget till
avloppsledningen





Tappvarmvattenberedare (steg 2)

Värmepump

Tappvarmvattenackumulatorer (steg 1)

