Hvordan forenkler man rørinstallasjonene og unngår støy?

Av rørleggermester Tore Røsrud

OSLO 1961

Særtrykk av RØRFAGSKRIFT, nr. 6, 1961

Norges byggforskningsinstitutt

Hvordan forenkler man rørinstallasjonene og unngår støy?

Rørinstallasjoner i modul og støy i vannrør.

Av rørleggermester Tore Røsrud,
Norges byggforskningsinstitutt.

Rørleggermestre fra Drammen og omegn har vært på Oslotur. De besøkte bl.a. BYGGTJENESTE i den nye «Slemmestadgården» i Oslo sentrum. — BYGGTJENESTE er en permanent utstilling av byggevarer, deriblant en serie varer i varme- og sanitærbransjen. I en foredragssal i tilknytning til BYGGTJENESTE holdt rørleggermester Røsrud et kåseri for Drammensfolkene. Der ble først vist en film om «Modulmål i bygningsindustrien», og etter at modulproblemene var behandlet, kom Røsrud inn på de alminnelige forskningsoppgaver som Norges byggforskningsinstitutt steller med. I denne artiklen fortelles om rørinstallasjoner i modul og om støy i vannrør. De praktiske installasjonsforsøk er gjennomført i samarbeid med myndighetene. Utførelsen av noen forsøk er i strid med gjeldende bestemmelser, og man må ha tillatelse av myndighetene før de forskjellige monteringsmåter anvendes i praksis. — Byggforskningsinstituttet er imidlertid interessert i at fagfolk som benytter resultatene av forsøk, skriver og forteller om virkningen i anleggene.

Store fremskritt er skjedd i rørleggerbedriftene i de senere år. Vi har fått propangass istedenfor de gamle loddelamper. Sveising og slaglodding er blitt svært utbredt og har i stor utstrekning redusert bruken av kostbare rørdeler og bidratt til å gjøre rørinstallasjonene både penere og enklere. Flytende loddestoffer smøres nå på kobberrørsgjengene, og vannrørsystemene skrus sammen til «juletrær» før man med en enkel propangassflamme smelter sammen rørskjøtene på plass.

Oppvask- og servantbatterier har fått små, forkrommede, glødete kobberrørsforbindelser, som gjør forbindingene enkle og pene.

Skjøtene i avløpene kan vi utføre med PC 4 og liknende fiberstoffer, slik at vi unngår ubehag og risiko med varmt bly på byggeplassene.

Mange nye materialer har forenklet montasjen og gjort installasjonene mer sikre og smakfulle. Termostatiske blandebatterier blir mer og mer utbredt. Trykkvannsberedere kan monteres for hver leilighet, slik at varmtvannsledningene blir korte. Rørdiametrene kan bli små, så vi får lite varmetap i hele systemet.

Rasjonaliseringen av selve arbeidet har også bragt store fremskritt. Der hvor rørleggeren tidligere slepte tunge verktøybører, kjører nå en rask servicebil fram, og arbeidseffektiviteten er blitt mangedoblet med redusert slit. Nyanlegg i serier monteres med prefabrikerte rørsystemer. Radiatorforbindinger og andre detaljer som gjentar seg i varmeanlegget, blir laget ferdig i serieproduksjon på verkstedet.

Avløp og vannledninger formes til som store «juletrær» og støpes inn i konstruksjonene mens råbygget reises.

Arbeidsplanleggingen er blitt mer nøyaktig enn før; ingen unødige rørdeler må brukes, da det hindrer vannstrømmen og gjør anleggene kostbare. Prosjekteringen gjennomgås derfor i detalj. Et godt samarbeid med arkitektene kan bringe rørene fram både med smakfullt og til langt lavere priser enn man tidligere var vant til.

Modulsystem.

Et nytt hjelpemiddel i monteringen er tatt i bruk i de senere år, modulsystemet [1]. Det går i korthet ut på å utføre alle rørforbindelser i multiplum av bestemte mål.

Arbeidet på mange byggeplasser er nå gått over til å bli et monteringsarbeid av ferdig forarbeidede bygningsdeler i et større antall varianter. Disse tilfredsstiller hver for seg en bestemt funksjon i bygget. For å lette arbeidet med sammensetning av disse bygningsdeler, er det fordelaktig at de er utført etter et bestemt system i størrelse og tilpasninger. Størrelsen av bygningsdelene er utført i et bestemt antall desimeter som grunnmål eller modulmål. Vi kjenner systemet fra monteringsferdige kjøkkeninnredninger o. l., hvor de forskjellige skapseksjoner tar en veggplass som er enten 30, 40, 50 eller 60 cm og opptil 150 cm, f. eks. på kjøkkenbenken. Innredningen med alle unøyaktigheter tar plass innenfor disse hele modulmålene, og når vegger og romstørrelser og alle hovedmål i byggverket passer med slike målenheter, vil også rørinstallasjonene være lettvinte å montere, hvis de føyer seg etter desimetermål i forbindingslengder. For å lette planleggingen og montasjearbeidet, benytter man et rutenett hvor modulen er tegnet inn, slik som vist på vedlagte *figur 1*. Modulen er internasjonalt anerkjent som 10 cm i land med metrisk målsystem, og 4″ i land med tommemål. Modulsystemet ligger vel til rette for massefabrikasjon og automasjon. Derved kan billige bygningsdeler i massefremstilling bli handelsvare i et større antall variasjoner, slik at publikums individuelle behov kan tilfredsstilles.

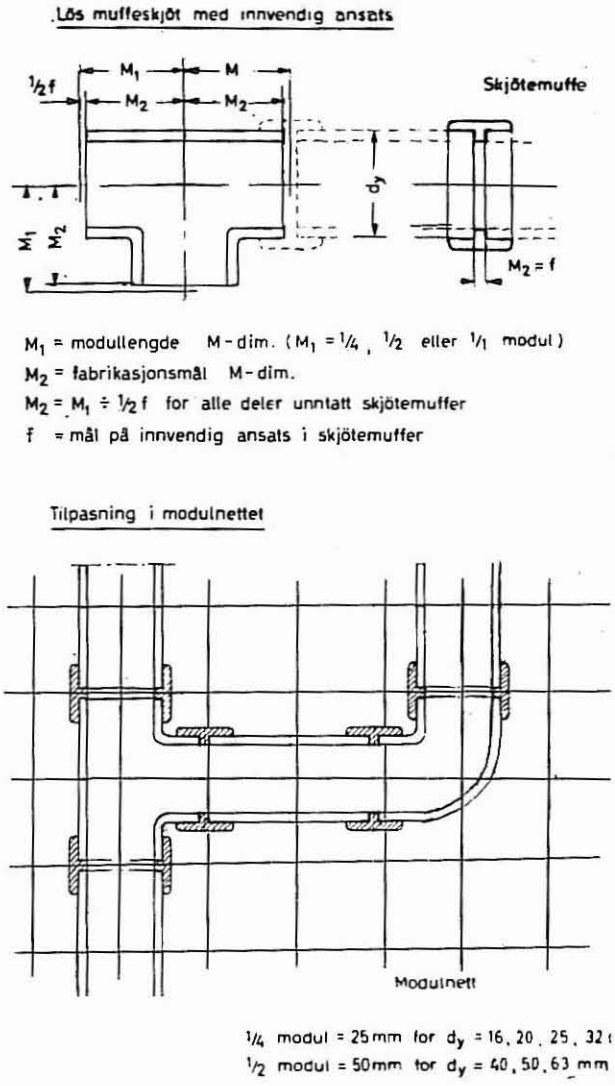


Fig. 1. Modulsystemet i sin ytterste konsekvens. Alle mål, rørdeler og rør har modulmål ÷ toleranser. Systemet er nå videre utviklet, slik som det fremgår av fig. 2.

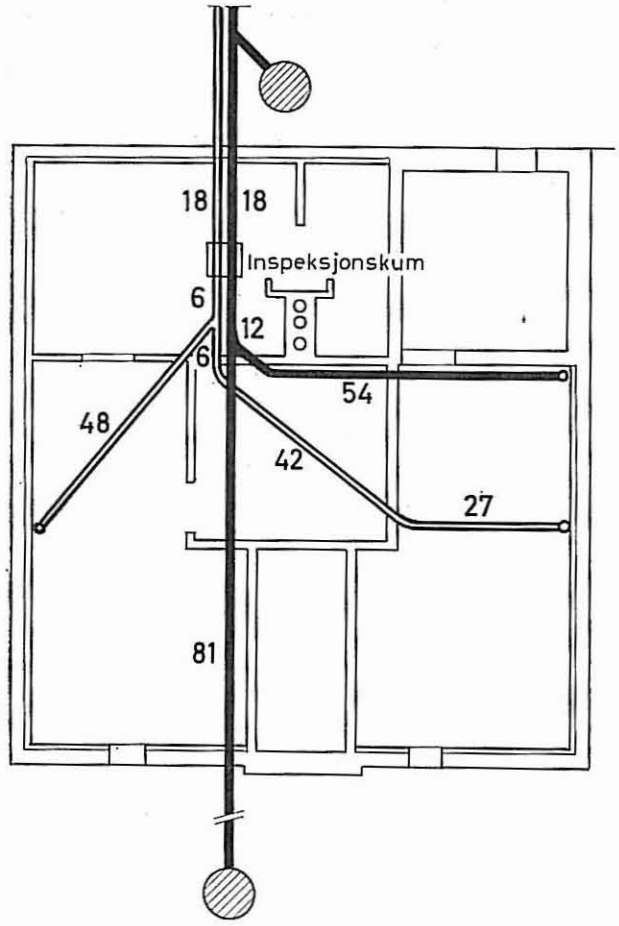


Fig. 2. Grunnledningsnettet i en boligblokk på Sagene i Oslo. Her er byggelengdene avmerket i modul. Rørene og rørdelene tilpasses til hinannen, slik at målene fra midt til midt er modul.

Rørinstallasjoner i bygg som har modulmål fra arkitekten, blir derfor i modulmål, selv om de utføres for hånden [2]. Slike rørinstallasjoner kunne gjerne vært utført maskinelt, slik at bare montasjearbeidet kunne foregå på byggeplassen. I prøvehusene på Lijordet, som mange rørleggermestre i Oslo-området så for ca. 3 år siden, var alle mål i hele desimeter på vegger og takhøyder og karmmål osv. Rørene kunne derfor lages ferdig på verkstedet, både de som skulle være i varmeanlegget og de som ble brukt i sanitæranlegget og fram til utstyret. Forskyvninger i tidsplanen på dette anlegget gjorde at rørleggerarbeidet måtte foregå på svært kort arbeidstid i bygget. Tross det ble installasjonene gjennomført uten å forsinke det øvrige bygningsarbeidet. Dette hadde ikke vært mulig hvis ikke installasjonene hadde vært prefabrikert.

Vannrør og støy.

Fig. 3 a viser et nytt vannrørsystem som er lett monterbart, uavhengig av både modulsystem og tradisjonelt byggesystem når det gjelder tilpasningen i byggverket [3]. Rørsystemet er sveitsisk og

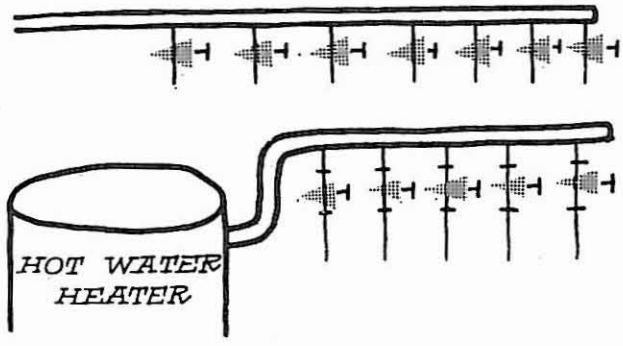


Fig. 3 a. Et sveitsisk vannrørsystem som første gang ble brukt på Statssykehuset i Zürich. Det er senere benyttet i mange land. Vannrør med liten diameter legges fram fra kjelleren til hvert utstyr. Kjellerledningene er dimensjonert som vanlig i norske anlegg. Forbindingene (avstikkerne) beregnes etter vannføringen til hvert utstyr. — I Sveits har man regnet ut at varmetapet i varmtvannsledningene blir meget lite med dette system, fordi der blir stående så lite varmtvann i rørene. — Vannhastigheten i forbindingene blir stor, 6—8 meter pr. sek. (se fig. 7). På 2—3 sekunder er varmtvannet i tappearmaturene. Trykkvariasjonene blir små, da tappingen ikke forstyrres fra andre tappesteder.

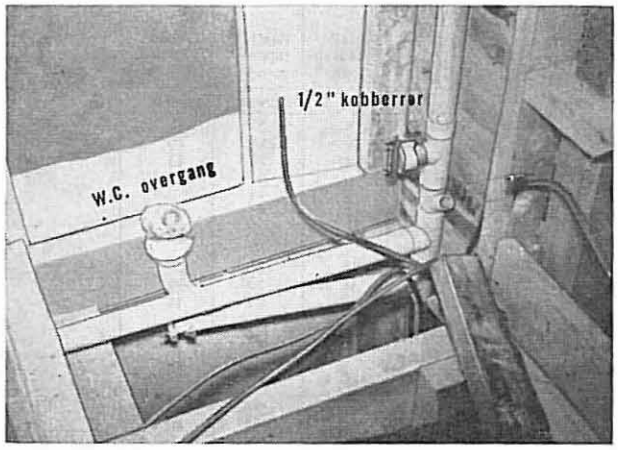


Fig. 3 b. Vann og avlopsledninger lagt fram i gulv og vegger i modulhusene ved Lijordet i Bærum. Vannledningene er av ½" glødde kobberrør. De kunne trekkes fram og monteres uten tilpasningsvansker. Hvert utstyr har sin vannledning direkte fra anbringer i kjelleren.

brukes i mange land. Alle forbindinger (avstikkere) legges her direkte fra en samlestokk fram til tappestedet. Ledningene utføres i glødde kobberrør eller plastrør. De har så liten diameter og er så bøyelige at de kan trekkes fram i bygningskonstruksjonen inne i slisser eller vegger og fram til utstyret, slik at de kommer direkte fram bakom vedkommende sanitærutstyr og blir ikke synlige utenfra. Ledningene bør såvidt mulig føres loddrett i byggverket. Derved kan lekkasjer lettere oppdages og får liten anledning til å gjøre skade. Dimensjonene på forbindingene kan beregnes etter denn vannmengde man skal ha fram til vedkommende utstyr. *Fig. 3 b* viser en praktisk anvendelse av systemet. Rørdiameter og trykktapp avpasses etter lengden på forbindingen fram til utstyret, og det kan settes opp enkle tabeller som viser hvilke rørdiametre man har behov for. Se *tabell I.*

Eksempel: Har man 40 m vanntrykk til disposisjon og man trenger 18 l/min. kaldtvann og 18 l/min. varmtvann, kan hver av disse ledninger få følgende diametre og lengder:

Et	⅜ U/17	kobberrør blir	3	m langt.
»	⅜ U/19	—»—	5	—»—
»	½ U/16	—»—	15	—»—
»	⅝ U/16	—»—	70	—»—

TRYKKTAP PR. M. RÖR

Utv. ø	1/4"–20	3/8"–17	3/8"–19	1/2"–16	5/8"–16	3/4"–16
Innv. ø	4,53	6,68	7,50	9,46	12,65	15,81
1/2 T.	25,0 m	3,8 m	2,2 m	0,7m	0,17m	0,055m
3/4 T.	50,0 "	7,8 "	4,4 "	1,4 "	0,34"	0,12 "
1 T.	88,0 "	13,0 "	7,5 "	2,4 "	0,6 "	0,19 "
1 1/2 T.	180,0 "	27,0 "	16,0 "	5,0"	1,2 "	0,4 "

T = 0,3 l. pr. sek. $\lambda \approx 0{,}025$

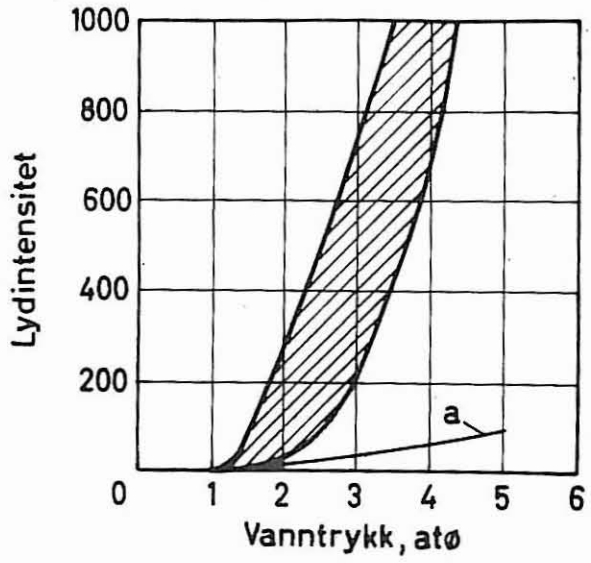
Tabell 1.

Trykktap pr. meter kobberrør (av de diametre som er egnet til forbindinger) ved forskjellige vannføringer målt i normaltappesteder.

Hvis det trykk man har til rådighet synker til 30 m v.s., vil disse ledninger gi ca. 15 l/min. Stiger det til ca. 50 m v.s., vil ledningene gi ca. 21 l/min. Som man ser, har trykkvariasjonene på rørnettet forholdsvis liten virkning på vannføringen.

Bruker man tappearmaturer som yter liten motstand mot vannstrømmen, vil et slikt vannrørsystem gi minimal trykkvariasjon i blandebatteriene ved tapping hos naboer, og den innstilte blandetemperatur og vannføring forstyrres lite. Den største fordel er imidlertid at støynivået i vannrørsystemet blir meget lavt.

Enkelte kan ønske en stor vannføring, f. eks. 36 l/min. Dette kan tenkes i hoteller og badeanstalter, hvor tappetiden til et badekar må være mindre enn ca. 4 min. Ved 40 m v.s. trykktap til rådighet ved



Lydintensitetens variasjon med vanntrykket for div. tappekraner

a: Tappekran med stort areal i ventilsetet i forhold til rörets areal

Fig. 4. Figuren viser hvordan trykkenergien omsettes til lydintensitet av ganske sterk grad når man får mer enn ca. 1 atmosfæres trykktap gjennom tappearmaturene. Bildet er hentet fra en svensk fagbok [5].

tappestedet i et slikt tilfelle må et ⅝ U/16 kobberrør være ca. 20 m langt.

Ved bruk av store rørdiametre på fellesopplegg til alle tappesteder, slik som det vanlige er i dag, blir der lite trykktap i rørnettet. Omtrent hele trykktapet skjer over tappearmaturen, som åpnes lite for at ikke vannet skal sprute for meget. De store energimengder i vannstrømmen frigjøres som støy i tappeventilene og sprer seg til hele rørsystemet, se *fig. 4.*

En annen ulempe i hus med leiligheter over hverandre, er at tapping i en lavtliggende leilighet kan forstyrre tapping i en høyereliggende, ja i enkelte tilfelle kan vannet faktisk bli borte i rørnettet. Årsaken er at de store rørforbindinger tillater tapping av vannmengder så store at trykket i avgreningene synker lavere enn det som er nødvendig for å holde

Norges byggforskningsinstitutt

den høyereliggende ledningen fyllt. Dette kan i noen grad unngås ved å avpasse forbindingene til de ønskede vannføringer.

Det er også mulig å bruke en kombinasjon av de to systemer. *Fig. 5* viser en slik kombinasjon [4]. Her har man ført særskilte opplegg med små rørdiametre fram til hver leilighet og regner med at forstyrring av vannføring i de forskjellige tappesteder innen en leilighet må man selv passe på.

Tabell II viser tappemengden i endel vanlige tappearmaturer. Den ønskede tappemengde ble undersøkt hos endel fagfolk i Oslo-området for et par år siden. Ønskene varierer i noen grad etter hva utstyr man har og ut fra hvilket grunnlag man

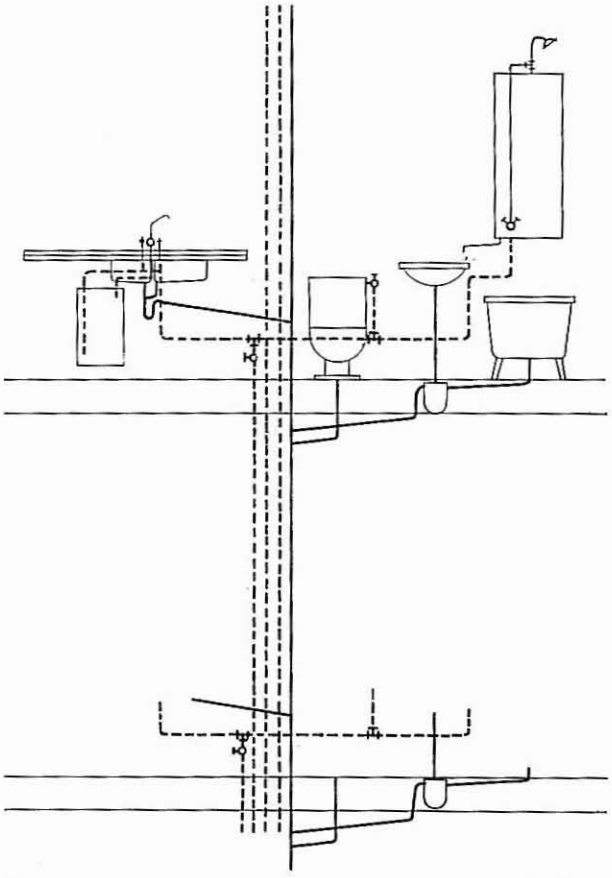


Fig. 5. Vannrørsystemet til 4 leiligheter i en boligblokk på Sagene i Oslo. Lengde og diameter på hver avstikker til leilighetene er avpasset til det vannforbruk man ønsker i badekaret. I dette tilfelle var der brukt PEL rør av 8 mm innv. diameter og 20 m lengde. Dysen foran badeovnsbatteriet er demontert, og der er benyttet et badeovnsbatteri av en type med liten gjennomstrømningsmotstand. Tappingen til kjøkkenet er søkt utført på liknende måte. Til vannklosettet skal det være svært liten vannføring, ca. 9 l/min., og avstikkeren fra vannklosettet fram til nærmeste T-rør må derfor være ¼" kobberrør eller mindre, alt etter det disponible trykktap. Ved denne fremgangsmåte oppnår man å få et lavt støynivå i vannrørsystemet og tappearmaturene, men man unngår ikke at tapping på ett sted i leiligheten er meget sjenerende for andre tappesteder i leiligheten. Dette vil likevel merkes sjelden, da man har liten samtidighet ved bruk av tappesteder innenfor samme leilighet.

Utstyrtype	Antall observasjoner	Faktisk tappemengde	Ønsket tappemengde
		Middeltall i liter/min.	
Sirk.batt. k.v.	14	50	25
v.v.	13	43	25
k.v.+v.v.	11	78	41
Badeovnsbatt.			
k.v.	5	11	
v.v.	5	11	
k.v.+v.v.	5	11	ca.20
Servantbatt.			
k.v.	15	28	11
v.v.	14	30	10
k.v.+v.v.	9	42	16
Utslags- og oppvask k.v.	16	34	16
v.v.	14	30	17
k.v.+v.v.	9	48	26
Oppvask			
k.v.	4	36	17
v.v.	4	34	14
Småbeh. batt.			
k.v.	1	10	10
v.v.	1	7	7
k.v.+v.v.	1	15	12
Vaskekar			
k.v.	2	39	30
v.v.	2	35	30
k.v.+v.v.	1	55	50

Tabell 2.

Gjennomsnittsverdiene for de oppgitte antall operasjoner ved tapping i forskjellige tappearmaturer (utstyrstyper). Den faktiske tappemengde er vannføring ved fullt oppskrudde armaturer. Samtidig har folk vurdert hvilken vannføring som ville være ønskelig ut fra personlig behov.

vurderer. Utvalget for rørinstallasjoner i Norges byggforskningsinstitutt mente at følgende vannføringer i tappearmaturen var ønskelig:

36 l/min. temperert vann til et badekar
18 l/min. kaldt —»— kjøkken
18 l/min. varmt —»— kjøkken
9 l/min. kaldt —»— servant
9 l/min. varmt —»— servant
9 l/min. temperert —»— servant[1]
9 l/min. vann til en W.C. sisterne.

Vannføringen fram til en leilighet beregnes til 36 l/min.

I England anbefales der nå en servantkran med sterkt redusert vannføring, se *fig. 6*. Den virker ifølge reklamen ganske godt med bare 2—3 liter vann pr. minutt. Den er fordelaktig på vannfattige steder, og den gir tross alt et bilde på hvor langt ned belastningen kan gå.

Vannhastighet.

Mange har hatt den oppfatning at vannstøyen kommer fra vannledningene ved stor hastighet gjennom for små rørdiametre.

Fig. 7 viser en undersøkelse av støy ved store vannhastigheter i små kobberrør [6]. Der er brukt ⅜ U/17 kobberrør som måler 6,7 mm innvendig. Noen av rørene har bøyer. Man ser at støynivået kan nå opp i 28 dB A, som er alminnelig hørselskala, eller 70 dB ved måling ut fra et vilkårlig valgt nivå

[1] Ved bruk av blandebatteri på servanter kan altså vannføringen reduseres, idet man normalt vasker seg under rennende vann.

Fig. 6. En engelsk tappeventil [7] med en vannføring på ca. 3 l/min., enten vannet er kaldt, temperert eller varmt. Det påståes at denne vannføring er ideell for servanter i kontorer o. l. når utløpstuten er forsynt med dusj.

og i dette tilfelle med vibrasjonsundersøkelse på selve røret. Imidlertid gir vibrasjonene et støynivå på 18 dB A i rommet, ca. 1 m fra ledningen, og dette støynivået er neppe hørbart, fordi vanlig støy i omgivelsene normalt ligger på et langt høyere nivå.

Støy i vaskerier kan også være en stor plage. Tappingen her foregår som regel gjennom en stoppekran og slangeforbindelse e. l. fram til vaskemaskinene. Det vesentlige av trykkreduksjonen foregår i stoppekranen, med den følge at der oppstår en ubehagelig støy som forplanter seg til leilighetene omkring.

Noen leiligheter på Disen i Oslo var svært plaget av tappestøy fra vaskerier. Vi reduserte rørdiametrene og monterte en ventil med liten gjennomløpsmotstand. I det nye rørsystemet med denne ventil målte vi den samme vannføring som tidligere. Resultatet av forandringer var imidlertid at støynivået ble redusert slik at det ble lavere enn det alminnelige grunnstøynivået fra omgivelsene. Tappestøyen kunne derfor ikke skilles ut. Slike forandringer er foretatt på flere vaskerier med liknende resultat.

Støyproblemet et dimensjoneringsproblem.

Støyproblemet regnes etter disse undersøkelser i første rekke å være et dimensjoneringsproblem. Hvis forbindingene dimensjoneres for den vannføring som er ønskelig og der monteres tappearmaturer med så åpne kanaler at vannstrømmen slipper fram uten særlig motstand, skulle man kunne vente et lavt støynivå. Ved særlig store vannføringer, f. eks. 100 l/min. og mer, må man imidlertid unngå skarpe vinkler i rørsystemet, da disse kan fremkalle klukkelyder som fra en bekk. Slike vannføringer er imidlertid ikke aktuelle i boliger. Vi vil derfor oppfordre rørleggermestrene til å beregne dimensjonene på utstyrsforbindingene slik at det disponible trykket brukes opp i rørsystemet. Det bør også brukes tappearmaturer som yter liten vannmotstand. Hovedledningstrykket vil man antakelig få oppgitt, eller det kan måles i nærmeste tappekran til anleggene. Man kan bruke en gummikobling med kulekjede som til en presstørrer og montere et manometer på denne koblingen, eller man kan skru manometret på en vanlig slangekran. Husk på tapet av trykkhøyde for hver etasje i boligblokkene!

Vi vil oppfordre alle rørleggermestre til å underrette oss om sine resultater, og vi ønsker dere lykke til med støyfattige vannrørsystemer.

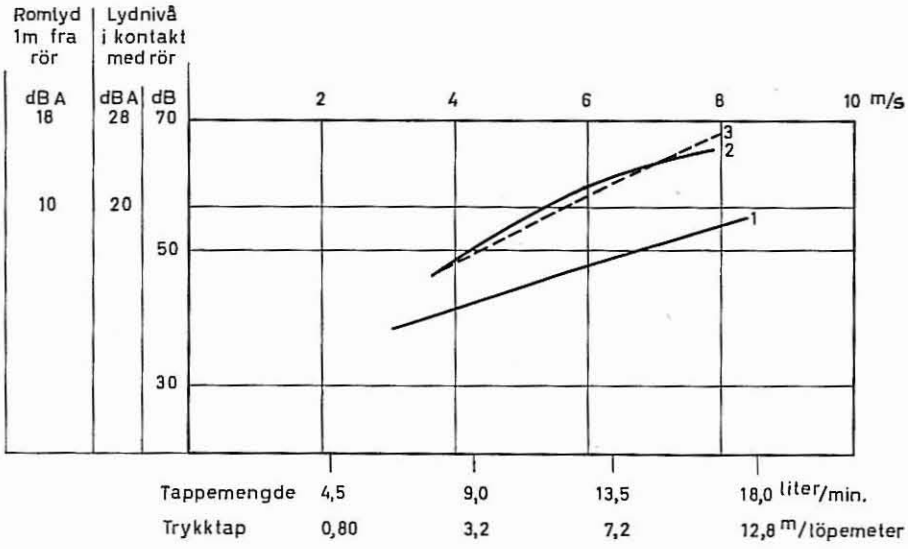


Fig. 7.

Kurven viser støynivået i vannledninger ved forskjellige vannhastigheter. På abcissen er avsatt vannhastighet i m v.s. og som ordinat er angitt støynivået i dB. Kurve 1, 2 og 3 viser 3/8 U/17 kobberrør som har innv. diameter 6,7 mm. Rørene 2 og 3 har bøyer. Tappemengder og trykktap er avsatt for 3/8 U/17 kobberrør svarende til hastigheten på abcissen. Støynivået på vannrørene vil være ganske mye lavere når man hører støyen ca. 1 m fra ledningene. Ved siden av ordinaten er derfor oppført romlyd 10 dB A, svarende til 20 dB A på røret, og 18 dB i rommet svarende til 28 dB A på røret. Dette støynivå i rommet regnes ca. 1 m fra vannrørene. Kurven viser at det kan tappes store vannmengder gjennom små vannrør uten at man får støynivå som vil være generende.

...ges byggforskningsinstitutt

LITTERATURHENVISNINGER

[1] Bjørkto, Roar. Bygging av fire moduliserte boliger i bindingsverk på Lijordet i Bærum. Oslo 1959. Utg. av Norsk produktivitetsinstitutt.

[2] Byggstandardiseringen. Rørinstallationer och modulsamordning. Stockholm (1958?).

[3] Kriemler, H. Sanitäre Installationstechnik in der Schweiz. Gesundheits-Ingenieur 77, 1956, nr. 17/18, s. 285—288.

[4] Røsrud, Tore. Plastrør i boligblokk. Rørfagskrift 1956, nr. 6, s. 85—89.

[5] Värme, ventilation och sanitet. 4. uppl. Stockholm, Natur och Kultur, 1959. B. 2, s. 877.

[6] Hendersen, Jørgen. Ljudmätningar i varmvattenvärmesystem. VVS 30, 1959, nr. 10, s. 289—295.

[7] Crisp, J. og A. Sobolev. Usage of wash-basins in office buildings. Royal Institute of British Architects. Journal 64, 1957, 12. oktober, s. 496—499.

[8] Ingerslev, Fritz og Jørgen Petersen. Støj fra vandinstallationer. København 1951. (Akademiet for de tekniske videnskaber. Lydteknisk laboratorium. Meddelelse, 8.)

[9] Norske kommunale ingeniørveseners forening. Rørleggerarbeider, normalreglementer og bestemmelser for rørleggerarbeider m. v. 2. oppl. Oslo 1946.