

Samordning av installationer och platsgjuten betong- stomme i flerbostadshus



Jenny Sandgren

Avdelningen för Konstruktionsteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet, 2008

Avdelningen för Konstruktionsteknik
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 LUND

Department of Structural Engineering
Lund Institute of Technology
Box 118
S-221 00 LUND
Sweden

Samordning av installationer och platsgjuten betongstomme i flerbostadshus

Coordination of installations and in-situ concrete frameworks
in apartment blocks

Jenny Sandgren

2008

Rapport TVBK- 5167
ISO 0349-4969
ISRN: LUTVDG/TVBK-08/5167+78p

Examensarbete
Handledare: Robert Larsson
December 2008

Förord

Detta examensarbete har utförts som en avslutande del av den 4,5 år långa civilingenjörsutbildningen på Väg- och vattenbyggnadsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Rapporten har initierats av Robert Larsson, doktorand på avdelningen för konstruktionsteknik vid samma högskola. Det har tidigare bedrivits examensarbete för att utvärdera rationaliseringsmöjligheterna för platsgjutet byggande av flerbostadshus. Detta arbete kan ses som en fortsättning med samma syfte.

Författaren vill rikta ett stort tack till handledare Robert Larsson för stöd och många värdefulla kommentarer under arbetets gång. Ett mycket stort tack även till alla de personer som har ställt upp på intervjuer. Ni har bidragit med stort kunnande till denna rapport.

Lund, december 2008-12-08

Jenny Sandgren

Abstract

The most common way to build apartment blocks in Sweden is to build an in-situ cast concrete framework. Former diploma thesis shows that there is a great potential to improve the coordination of the structure of the building and the installations in order to build the concrete framework in a shorter time.

The purpose of the diploma work is to study technical solutions for building installations and possible improvements in the building process that could lead to a rationalization of the construction of the in-situ concrete framework. The study is to a large extent based on literature studies in order to find technical solutions on the market. Complementary to the literature study, interviews with several people within the building industry have been made. All of the interviewed people have great experience and knowledge about building installations in apartment blocks with in-situ concrete frameworks. Finally, a case study has been made. In this study, drawings over the framework and the installations have been reviewed in order to find other ways of coordination.

The most common installations in apartment blocks in Sweden are for heating, drinking water, water for hygiene, ventilation, rainwater and electricity/computer/phone. The amount of installations increases and they are also becoming more advanced. The traditional way of handling the installations is to place them in concrete plate or walls. This method works very good considering fire risks and soundproofing, but a disadvantage is a poor access when it comes to reach the installations for reparations or maintenance purpose. Another disadvantage is that many persons have to work at the same place at the same time. As an alternative to place the installations in the concrete they can be placed outside the framework. In this case, the pipes or canals can be visible or hidden behind boards. To place the installations outside the framework is a way of separating work with the structure from the work with installations.

A coordination of framework and installations must be done to avoid collisions between installations and framework that can affect the supporting structure. It is very important to have clear guidelines available after which the consultants can work during the whole process and that the consultants produce what is expected of them. As a tool to study critical sections there are advanced computer programs, and as an alternative, the plans can be plotted on one common plan which should be studied at meetings. It is a great advantage if a person with experience of both constructions and installations are chosen to be responsible for the coordination of the installations with the framework.

Other framework than concrete cast at building site involves other possibilities and difficulties in the coordination between supporting structure and installations. Many of the differences are due to the capacity of the material. However, the study shows that problem areas are the same. These areas are along the facade, next to shafts or the inner supporting structure.

The case study shows that there are several technical alternatives for coordinating the installations. Comments can be made both considering technical solutions, but also on things that should be found when analyzing critical sections.

Keyword: In situ concrete framework, installation, coordination

Sammanfattning

Den vanligaste byggmetoden för flerbostadshus i Sverige är att stommen gjuts på byggarbetsplatsen. Tidigare examensarbeten har visat att stor potential finns för att förbättra samordningen mellan platsgjuten stomme och installationer för att under kortare tid färdigställa betongstommen.

Syftet med detta examensarbete är att identifiera och analysera tekniska lösningar samt förbättringsmöjligheter i byggprocessen som kan medföra att stombyggnadsarbetet kan rationaliseras. Arbetet utgörs till stor del av litteraturstudier för att ta reda på vilka lösningar som finns på marknaden. Som ett komplement till denna information har intervjuer med olika personer inom byggbranschen genomförts. De intervjuade har alla stor erfarenhet och kunskap om flerbostadshus med platsgjuten betongstomme. Slutligen har det genomförts en fallstudie. Där har ritningar över installationer och stomme analyserats för att hitta andra sätt att lösa samordningen.

De vanligaste installationerna i flerbostadshus i Sverige idag är värme, tappvatten, spillvatten, ventilation, dagvatten samt el/data/tele. Mängden installationer ökar hela tiden och de blir dessutom mer avancerade. Traditionellt sett gjuts de flesta installationer in i bjälklag eller väggar. Detta fungerar mycket bra ur brand- och ljudsynpunkt med det medför svårigheter att nå installationerna för byte eller underhåll. Dessutom innebär det att flera arbetsgrupper måste samsas om utrymmet för att utföra sina arbeten. Istället kan installationerna förläggas utanför stommen. De kan då antingen vara synliga eller kläs in. På detta sätt kan arbetet med stommen och installationerna separeras.

En samordning av installationer och stomme måste ske för att inte kollisioner mellan installationer ska inträffa eller att stommens bärande förmåga påverkas. För att undvika detta är det viktigt att det finns tydliga riktlinjer att följa under hela byggprocessen samt att konsulterna presterar det som förväntas utav dem. Som ett hjälpmedel att granska kritiska snitt på ritningar finns avancerade datorprogram, alternativt kan ritningar samplottas för att sedan granskas. Det är en stor fördel om det utses en person som har erfarenhet av både konstruktioner och installationer att fungera som installationssamordnare.

Då andra stomsystem används finns olika möjligheter och svårigheter i samordningen mellan stomme och installationer. Många skillnader beror på att andra material används. Däremot visar studien att det ofta förekommer problem i samma områden oavsett vilka stomsystem som används. Dessa områden är utmed fasad, vid schakt och inre bärlinje.

Den genomförda fallstudien visar på att det finns flera alternativ till installationsdragning. Förslag till andra tekniska lösningar har tagits fram samt att kritiska snitt har kommenterats.

Nyckelord: Platsgjuten betongstomme, installationer, samordning

Förklaring av begrepp

Betong - En blandning av cement, ballast, vatten och eventuella tillsatsmedel

Entreprenad - Att enligt avtal med beställaren utföra ett arbete.

Fjärrväme - Värmeförsörjningssystem där värmen alstras centralt och distribueras sedan till hushåll.

Flerbostadshus - Bostadshus med flera lägenheter

Installation - El, eller VVS-teknisk apparatur

Konsult - Sakkunnig person som utför uppdrag till beställaren

Platsgjutning - Att gjuta stommen på byggarbetsplatsen

Prefabricering - På fabrik tillverkade element som levereras färdigbyggt till byggarbetsplatsen

Påggjutning - Gjutning av plattbärlag till färdigt bjälklag

Radiator - Värmeelement

Rörstam - Vertikal samling av rör

Rörstråk - Horisontell samling av rör

Schakt - Håltagning i bjälklag igenom vilket installationer leds

Stomme - System av konstruktionselement som tar upp och fördelar laster samt för ner dessa till byggnadens grund.

Stämp - Justerbara rör av metall för att temporärt ta upp vertikala laster från ovanliggande bjälklag

Vs- Värme och sanitet

VVS - Värme, vatten och sanitet

Värmetröghet - Beskriver materialets förmåga att lagra värme

Övergjutning - Utjämnande gjutning på håldäckselement

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund och problemställning	1
1.2 Syfte	3
1.3 Avgränsningar	3
2. Metodik	4
2.1 Teori	4
2.2 Arbetsmetod	4
3. Platsgjutna betongstomme	6
3.1 Formar	7
3.1.1 Traditionell form	7
3.1.2 Kvarsittande form	8
3.2 Stombyggnadscykeln	11
4. Installationer i flerbostadshus	13
4.1 Vanligast förekommande installationerna i flerbostadshus	13
4.1.1 Värmeinstallationer	13
4.1.2 Tappvatten.....	15
4.1.3 Spillvatten	16
4.1.4 Ventilation.....	16
4.1.5 Dagvatten	17
4.1.6 El, data, och tele.....	17
4.2 Placering och utrymmesbehov	18
4.2.1 Värmeinstallationer	18
4.2.2 Tappvatten.....	19
4.2.3 Spillvatten	20
4.2.4 Ventilation.....	20
4.2.5 El, data, tele.....	22
4.2.6 Sammanställning av installationers utrymmesbehov	22
5. Samordning av stomme och installationer	23
5.1 Byggprocessen	23
5.1.1 Programskede.....	23
5.1.2 Projektering.....	24
5.1.3 Produktion	25
5.1.4 Förvaltning	26
5.2 Installationer i bärande stomme	27
5.2.1 Platsgjutna väggar	27
5.2.2 Platsgjutna bjälklag	28
5.2.3 Plattbärlag	28
5.2.4 Skalväggar.....	30
5.3 Installationer frilagda från den bärande stommen.....	30
5.3.1 Schakt.....	30
5.3.2 Undertak.....	31
5.3.3 Installationsgolv	32
5.3.4 Synliga installationer.....	34
5.4 Prefabricerade installationsenheter	34
5.4.1 Installationsväggar	35

5.4.2 Våtrumsvolymer.....	36
5.4.3 Prefabricerade schakt	37
5.5 Jämförelse med andra stomsystem.....	38
5.5.1 Prefabricerad betongstomme.....	38
5.5.2 Stål- och betongstomme.....	39
5.5.3 Massiv trästomme	41
6. Sammanställning av installationers påverkan på betongstommen	43
7. Analys.....	45
7.1 Förbättringsmöjligheter i byggprocessen	45
7.2 Analys av tekniska lösningar för samordning av stomme och installationer	46
7.3 För- och nackdelar för tre olika stomsystem med utgångspunkt från samordningsmöjligheter med installationer	51
7.4 Fallstudie.....	53
8. Diskussion	57
8.1 Byggprocessen	57
8.2 Tekniska lösningar	57
8.3 Andra stomsystem.....	59
8.4 Fallstudie.....	60
9. Slutsatser.....	60
10. Källförteckning	63
10.1 Internet	63
10.2 Tryckt material.....	64
10.3 Intervju.....	65
10.4 Mailkontakt.....	66
Bilagor.....	67
Bilaga 1	67
Exempel på samgranskningsritning	67
Bilaga 2	68
Fallstudie.....	68

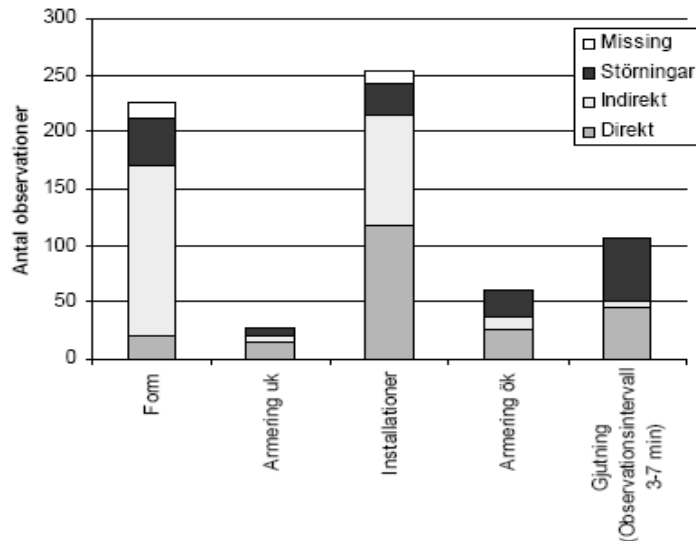
1. Inledning

1.1 Bakgrund och problemställning

Även om antalet färdigställda lägenheter i flerbostadshus i Sverige hittills har minskat drastiskt under 2008 jämfört med samma period 2007 och att denna trend förmodas hålla i sig, så utgör bostadsbyggandet ändå en mycket stor del av den totala samhällsekonomin i Sverige (Byggnads, 2008).

Flera forsknings- och utvecklingsprojekt, FoU, har genomförts och påbörjats under senare år med syftet att effektivisera byggandet av bostadshus och speciellt flerfamiljshus. Projekten har haft olika ambitionsnivåer och olika strategier för att realisera detta. Några av projekten har misslyckats medan andra fortfarande pågår. Behovet av att fortsätta med en kontinuerlig utveckling och effektivisering av bostadsbyggandet är fortfarande stort. Ett doktorandprojekt vid avdelningen för konstruktionsteknik på Lunds Tekniska Högskola behandlar just effektiviseringsmöjligheterna för flerbostadshus med platsgjuten betongstomme. Som en del av denna undersökning har två examensarbeten bedrivits i syfte att utvärdera produktionsmetoden för platsgjutet byggande och att identifiera effektiviseringsmöjligheter genom bl.a. uppföljning av tidsutnyttjande och byggkostnader. Ett av examensarbetena pekar bl.a. på att intressant effektiviseringspotential finns för armering och installationer (Lindén och Wahlström, 2008).

Installationerna i bjälklag och väggar påverkar i hög grad stombyggnadsprocessen. Uppstår fel kan dessa vara mycket kostsamma både med avseende på tid och på arbetskraft. Lindén och Wahlström visar i sitt examensarbete att installationer som gjuts in i stommen står för ca 7 % av stomkostnaden, varav 12 % i bjälklag men endast 2 % i väggar. Den tid som behövs för installationer i bjälklag utgör en stor del av arbetscykeln med bjälklaget. I tabellen nedan redovisas hur mycket tid som läggs på respektive aktivitet. Höjden på stapeln beskriver tidsåtgången. Följden av att arbetet med installationer i bjälklag är så pass omfattande blir att resterande arbeten beror på hur installationsarbetet fungerar. Om det skulle inträffa någon försening påverkar detta hela produktionscykeln för bjälklagen (Lindén och Wahlström, 2008).



Tabell 1.1 Tidsåtgång för studerade aktiviteter under en produktionscykel för bjälklag, (Larsson, 2008)

Kostnaderna för installationer i flerbostadshus ökar. Den högre kostnaden beror på att det finns allt mer avancerade installationssystem. Även om intresset för energihushållning blivit större sker det sällan en analys av hur installationernas placering och utformning påverkar stombyggnaden. Det saknas direktiv om hur en samordning med stommen ska utföras och istället löses ofta problemen allt eftersom de uppstår (Adler, 2005).

De boende efterfrågar en ökad möjlighet att kontrollera installationssystemen samtidigt som installationerna ska uppfylla funktionskrav, vara energisnåla och miljövänliga. Den ökade mängden installationer medför att det måste tas fram nya sätt att samordna stommen med installationerna (Adler, 2005).

Det traditionella sättet att samordna installationer i stommen är att gjuta in större delen av rör och kanaler. Det finns dock många andra sätt att ta sig an problemet. Ett sätt att minska byggtiden för stommen är att frilägga installationer. Då finns möjligheterna att snabbare få en tät byggnad och därmed skydda byggnaden för väder- och vindpåverkan. Det finns flera system för hur detta skulle kunna fungera, några av dem är mer beprövade än andra (Adler, 2005). Genom att separera installationssystemen och stommen skapas dessutom möjligheter att förtillverka installationsenheter vilket kan bidra till att förkorta installationsarbetet på plats (Larsson, 2008).

Eftersom många rör innehåller vatten finns stor anledning att deras placering utförs så att om det skulle uppstå skador, att dessa då tidigt kan upptäckas. Kostnaderna för vattenskador är mycket stor. Totalt kostar de 5 miljarder kronor varje år, varav 2,8 miljarder för skador i flerbostadshus. Hela 54 % av skadorna beror på problem med ledningar (VVS-installatörerna, 2005).

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att sammanställa den kunskap som idag finns inom samordning mellan installationer och platsgjuten betongstomme. Installationstekniska lösningar skall identifieras samt analyseras med avseenden hur dessa påverkar den platsgjutna stommen. Dessutom skall byggprocessen studeras för att ta reda på om det finns möjligheter att påverka denna för att uppnå bättre samordning.

De frågeställningar som detta examensarbete ska behandla är:

- Vilka möjligheter finns till att förbättra samordningsprocessen mellan stomme och installationer?
- Vilka tekniska lösningar finns för att effektivisera stombyggandet när det gäller installationer?

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet begränsas till att omfatta flerbostadshus med platsgjuten betongstomme. Information om dagens praxis rörande installationssamordning i stommen samt utvecklingen inom detta område ska sammanställas. Endast samordningen i väggar, bjälklag och schakt beaktas.

Installationssamordningen ska studeras genom hela byggprocessen. Tyngdpunkten ska ligga på hur byggandet kan rationaliseras.

Installationernas funktionsmässiga prestanda ingår inte i examensarbetet.

2. Metodik

2.1 Teori

En utredning kan utföras med en kvalitativ eller kvantitativ metod. Kvalitativ metod används när man eftersträvar att skapa en beskrivning eller förståelse för att kunna visa på ett sammanhang. Kvantitativ metod innebär istället en bredare undersökning där allt är noga strukturerat och där det t.ex. finns färdiga svarsalternativ på undersökningar. Här söks de vanligast förekommande lösningarna (Holme, Solvang, 1991). Metoder kan med fördel kombineras (Thurén, 2007).

Valet av metod ska medföra att rapporten får en hög validitet och reliabilitet. Med reliabilitet menas att resultaten av undersökningen är tillförlitliga. Det ska vara möjligt för någon annan person att utföra undersökningen på nytt och komma fram till samma svar. En annan viktig aspekt i forskning är att rapporten ska ha hög validitet. Detta betyder att undersökningarna utförts på det som det till en början var avsett att göra. Det finns exempel på resultat där reliabiliteten varit god men där validiteten inte varit tillräcklig. Detta kan då medföra att resultatet inte blir användbart (Thurén, 2007).

2.2 Arbetsmetod

Examensarbetet består till största delen av litteraturstudier där syftet har varit att finna kunskap inom området för samordning mellan installationer och den platsgjutna betongstommen. Det finns gott om kunskap om detta men det saknas en sammanställning om på vilka sätt problematiken kan lösas eller undgås. Informationen har hämtats från tryckta rapporter av författare med flerårig erfarenhet inom byggbranschen. Litteraturen handlar om beprövade lösningar men också om nya forskningsprojekt. För att hitta information om nyare systemlösningar har information från olika tillverkare och leverantörer studerats. Stor vikt har lagts vid att hitta mer än ett utlåtande om systemen för att kunna genomföra analyser och utvärderingar.

Flera olika aktörer med kompetens inom området har också intervjuats. Intervjuerna har utförts som besöksintervjuer. Beställare, platschefer, byggnadskonstruktörer, arkitekter, VS-konsulter och el-konsulter har intervjuats. Slutligen har en fallstudie genomförts. I denna har ritningar studerats för att kunna hitta alternativ till installationsdragningen. Dessutom kommenteras några av de kritiska snitt som finns på handlingarna.

De intervjuade personerna representerar följande företag och arbetskategorier.
 Tabell 2.1 Lista på de aktörer som har intervjuats i arbetet.

Aktör	Befattning/roll	Företag
Byggherre (2 pers.)	Beställare	JM, Midroc
Arkitekt (2 pers.)	Arkitekter	SydArk, Tema
Konstruktör (2 pers.)	Byggnadskonstruktörer	Ramböll, Konstruera
Entreprenör (2 pers.)	Platschefer	Peab, MVB
VS-konsult (2 pers.)	VS-konstruktörer	Ramböll, Inomhusklimat S Wallin AB
Vent-proj (2 pers.)	Vent.konstruktörer	Ramböll
El-proj (1 pers.)	El-projektörer	Ramböll

De tillfrågade personerna har arbetat inom byggbranschen ett antal år och har samlat på sig mycket kunskap och erfarenhet. Frågorna har ställts med utgångspunkt att ta till vara på personernas kunskap och erfarenheter när det gäller installationer och dess placering i betongstommen i flerbostadshus. De har varit informerade om att examensarbetet pågått och har ombetts att bidra med åsikter och erfarenheter från tidigare byggprojekt av flerfamiljshus med platsgjuten stomme. Samma intervjufrågor har ställts till de olika arbetsgrupperna. Eftersom deras arbeten innebär att de har olika kunskap inom olika områden har de frågor där personerna ansett att de inte kunnat svara på ett tillförlitligt sätt, tagits bort från sammanställningen.

Både kvalitativ och kvantitativ metod har använts. Intervjuerna har anpassats efter den intervjuades kunskap och kan därför ses som en kvalitativ metod. Samtidigt har litteraturstudien till en början använts för att ta reda på de lösningar som oftast tillämpas innan dess att specifika lösningar beskrivits.

Rapporten inleds med två kapitel med beskrivande texter om platsgjutet byggande och installationer. Avsnitten ska vara en övergripelig information om vilka installationer som är vanliga i Sverige idag samt olika betydelsefulla parametrar i byggandet av flerbostadshus med betongstomme. Därefter följer ett kapitel med mer ingående information om vilka möjligheter och svårigheter som finns i samordningen mellan betongstomme och installationer. Det görs också en beskrivning av andra stomsystem för att se vilka problem och lösningar som då blir aktuella. Efter detta kommer ett kapitel som tar fram hur installationerna påverkar den platsgjutna stommen. Slutligen följer analys, diskussion och slutsats. Till sist redovisas vilka källor som använts för examensarbetet. Texterna är baserade på litteraturstudier men är också kompletterad med information från intervjuer, framför allt i kapitel 5.

3. Platsgjuten betongstomme

Den vanligaste metoden för att producera stommen i ett flerbostadshus är att gjuta betong på arbetsplatsen. Med stommen avses ett system av bärande komponenter i en byggnad. Exempelvis utgör bjälklag, inner- eller ytterväggar, trapphus samt pelare tillsammans den bärande stommen (Betongbanken, 2008).

För att kunna uppföra en platsgjuten betongstomme krävs att formar byggs. Färdigblandad betong beställs till byggarbetsplatsen och gjutning i formarna kan ske med hjälp av kran och bask eller med pump (Larsson, 2008).

Fördelarna med betongkonstruktioner är många. Bland annat har de hög tryckhållfasthet och de är gjorda av ett värmetrögt material. Materialet har också god motståndsförmåga vid brand, hög beständighet, samt är stabilt och har god lufttäthet (Betongbanken, 2008). Byggmetoden ger fördelar då det går att åtgärda fel eller ändringar i ett sent skede samt att installationsdragning lättare kan utföras eftersom arbetet kan samordnas med gjutning och armering (Larsson, 2008). Sena ändringar är dock inte uppskattat av entreprenören eftersom detta medför att arbetsgången påverkas. Ändringarna kostar tid och arbetskraft på arbetsplatsen (Odell, 2008). Ytterligare fördelar med platsgjutet byggande är att metoden innebär stora möjligheter att bygga flexibelt och robust (Larsson, 2008).

En nackdel med platsgjutet byggande kan vara att det krävs flera stämp under byggtiden vilka kan hindra åtkomsten för annat arbete (Hamrebjörk, 1994). Dessutom är det längre produktionstid jämfört med exempelvis prefabricerat byggande, byggmetoden är väderkänslig då temperatur och nederbörd kan påverka resultatet av gjutningen, samt att det behövs stort utrymme för att förvara formar på arbetsplatsen. (Larsson, 2008)

De viktigaste parametrarna vid val av stomme är kostnad, tid och kvalitet. Ur dessa avseenden är ett platsgjutet system väl beprövat och man har kommit långt i arbetet med att rationalisera denna del av byggprocessen. De låga kostnaderna har kunnat uppnås genom en effektivisering av byggprocessens olika delar. Genom att utnyttja avancerade datorberäkningar baserade på finita elementmetoden kan stommen optimeras med slimmade betongdimensioner och reducerat armeringsinnehåll som följd. Formsystemen har successivt utvecklats. Idag används exempelvis kvarsittande formar som reducerar behovet av arbete ute på arbetsplatsen. Nya armeringsmetoder har också utvecklats, vilket både förkortar ledtider och förbättrar arbetsmiljön, t ex rullarmering. Självkompakterande betong är ett annat exempel där behovet av arbetskraft reduceras samtidigt som arbetsmiljön förbättras avsevärt (Lundström, 2007).

3.1 Formar

Formsystem indelas normalt i två kategorier. Vid gjutning av väggar används en stödjande form medan en bärande form används för bjälklag. Formen kan rivas när elementet uppnått tillräcklig hållfasthet, vilket för en bärande form är när hållfastheten uppnått 70 % av sitt slutgiltiga värde och för en stödjande form när tryckhållfastheten minst är 6 MPa (BBK, 2004).

Ett alternativ är att använda en form som får sitta kvar efter gjutning och då utgöra en del av det bärande systemet. Exempel på formar som sitter kvar efter gjutning är plattbärlag och skalväggar. De krav som ställs på formar är att de är täta så att inte cementpastan rinner ur innan den härdar, formen skall vara lätt att rengöra och olja om den skall återanvändas samt att den skall ha tillräcklig hållfasthet för att förhindra deformationer (Carlsson och Tuutti, 1996).

Kostnaden för formar uppgår till ca 30-60 % av totalkostnaden för betongstommen. Det är därför mycket viktigt att man hittar den formtyp som lämpar sig bäst för ändamålet (Carlsson och Tuutti, 1996).

I en fallstudie som gjorts på ett flerbostadshus i Lund med platsgjuten betongstomme visade det sig att kostnaden för formar utgjorde 26 % av den totala stomkostnaden. Kostnaden för formar till bjälklag var 35 % av totalkostnaden för bjälklaget och 26 % av totalkostnaden för väggar (Lindén och Wahlström, 2008).

3.1.1 Traditionell form

Den traditionella formen består av stämp, prefabricerade balkar av trä eller aluminium och plywoodskivor. Balkarna används som bockryggar och ströbalkar. Fördelen med en traditionell form är att den är flexibel och kräver lite hjälpmedel. Nackdelen är att den istället kräver mycket arbetskraft, mycket material och den kan lämna ojämna skarvar som i sin tur kräver efterarbete (Carlsson och Tuutti, 1996).

Formar för valv

Till valvgjutning används ofta luckform eller formbord. Båda systemen är flexibla med låga enhetstider. Luckformen är uppbyggd av mindre rektangulära delar med stålram och plywoodskiva. Dessa sammankopplas till större system. Formen monteras på stämp, antingen med eller utan bockryggar då delementens ramar verkar stabiliserande (Betongbanken 2008). Figur 3.1 visar ett exempel på hur en luckform kan se ut.

Om större ytor skall gjas och där variationen dem emellan inte är stor, är formbord en rationell formsättningsmetod. Formbordet är färdigmonterat med understöd, bockryggar, ströreglar, plywoodskivor, avstängare och infästningar för skyddsräcken. Eftersom formarna är avsedda för att återanvändas är de lätta att demontera och rengöra. Plywoodskivorna kan vid behov bytas ut mot nya (Betongbanken 2008).

Formar för väggar

Liksom för valvgjutning används även luckformar till väggar. Dessutom finns bostadsform som också är ett lucksystem men där dess höjd och bredd är anpassad till de mått som generellt används inom bostadsbyggandet (Hünnebeck, 2008). Bild på en bostadsform finns i figur 3.2.

Ytterligare en möjlig metod är Tilt-up. Elementen gjuts i en form tillverkad på marken och när betongen härdats, reses väggen upp med hjälp av en kran (Betongbanken 2008). Användandet av förtillverkade formar möjliggör ett effektivare utnyttjande av formar och arbetstiden för formbyggandet minskar. Däremot förloras en del av flexibiliteten jämfört med traditionell form (Larsson, 2008).



Figur 3.1 Luckform för valv
(Betongbanken 2008)



Figur 3.2 Bostadsform för vägg
(Betongbanken 2008)

3.1.2 Kvarsittande form

Plattbärlag

Plattbärlag, även kallat filigranbärlag, består av en på fabrik gjuten betongplatta med tjockleken 45-70 mm. Plattan fungerar som en kvarsittande form och kommer efter pågjutning att utgöra en del av det färdiga bjälklaget. På betongelementet har det gjutits in underkantsarmering och armeringsbalkar som fungerar som stöd för överkantsarmering. Över skarvar behövs komplettering göras av armering för att binda samman de olika elementen (Fabriksbetong, 2008). I figur 3.3 visas hur plattbärlaget lyfts på plats.

Plattbärlagen tillverkas i standardbredderna 1200 mm och 2400 mm men det är också möjligt att få element med specialbeställda mått. Det finns både slakarmerade och förspända plattbärlag. Eftersom plattbärlaget har gjutits mot en stålyta på fabriken får

man en slät och porfri undersida. En sådan yta kräver inte mycket efterarbetning (Fabriksbetong, 2008).

Då plattbärlag levereras till arbetsplatsen bör man där ha förberett med att märka ut var elementet skall placeras samt att man tagit fram stämp och bockryggar som ska placeras under bjälklaget enligt plattbärlagstillverkarens anvisningar. Skarvar tätas och armering i underkant kompletteras innan installationerna läggs på plats. Därefter placeras erforderlig överkantsarmering ut. Det som återstår är sedan pågjutning (Lindén & Wahlström, 2008). Fall på golvet i våtrum kan göras genom att en ursparing görs vid tillfället för gjutning av hela bjälklaget. Fallet kan sedan gutas vid en senare tidpunkt (Hamrebjörk, 1994).

Skalväggar

Skalväggar består av två stycken 50-65 mm tjocka förtillverkade betongelement som sammanbinds av armeringsstegar. En närbild på detta kan ses i figur 3.4. På byggarbetsplatsen kompletteras skalväggarna med armering i skarvarna mellan elementen och i hörn innan igjutning sker. Även skalväggar kräver lite efterarbetning då dess sidor är släta tack vare att de gjutits mot stålform. Skalväggarna har också fördelen att de kan användas då det behövs högre väggar, exempelvis i källare. Genom att placera elementen på högkant kan horisontella skarvar undvikas (Betongbanken 2008).



Figur 3.3 Plattbärlag
(Abetong, 2008)



Figur 3.4 Skalvägg
(Betongbanken, 2008)

VS-system

Ett annat system som också är framtaget som kvarsittande form är VS-systemet. Detta system finns för både väggar och bjälklag. I figur 3.5 visas hur en del av ett bjälklag ser ut före igjutning och i figur 3.6 visas en översiktsbild av väggar.

Vid projektering av detta system skickas data från de ansvariga konsulterna till VST-kontoret i Österrike. Där ritas uppgifter om mått, håldimensioner mm in på ritningar som sedan skickas vidare till Slovakien där elementen tillverkas.

Väggelementen består av två 24 mm tjocka cementbundna fiberskivor mellan vilka vinkeljärn och förbindelsestag finns. På byggarbetsplatsen fylls elementen med en självkompakterande betong. Bjälklagen består av 24 mm fiberbetongskivor och stålprofiler med centrumavstånd 400 mm. Hattprofilerna bygger 50 mm och har inget konstruktivt värde utan används endast för att hålla samman fler skivor, vara stöd för överkantsarmering samt fungera som en hjälp då elementen ska lyftas (Timonen Toivo, 2008).



Figur 3.5 Bjälklag, (VST Nordic, 2008)



Figur 3.6 Väggar, (VST Nordic, 2008)

3.2 Stombyggnadscykeln

Under 2006-2008 pågick ett arbete om platsgjutna stommar i flerbostadshus vid Lunds Tekniska Högskola. En del av arbetet gick ut på att kartlägga tidsutnyttjande av de olika arbetsmomenten inom stombyggandet. Resultaten från denna undersökning kan ses som representativa för många andra projekt där flerbostadshus byggs med platsgjuten betongstomme. I arbetet beskrivs stombyggnadscykelns olika delar och mätningar visar hur mycket av arbetet som utgörs av direkt och indirekt arbete samt störningar. Stommen i denna studie bestod av innerväggar av betong, delvis platsgjutna ytterväggar, plattbärlag och stålpelare. Stomcykeln för de studerade projekten såg ut enligt nedan (Larsson, 2008).

Arbetsmoment under en väggcykel:

- Utsättning
- Fastskjutning av plastvinklar
- Rengöring samt oljning av form
- Enkling
- Armering
- Installationsarbete
- Dubbling
- Gjutning
- Nedmontering och flytt av form

Arbetsmoment under en bjälklagscykel:

- Utsättning
- Montering av stämp och bockryggar
- Montage av plattbärlag
- Tätning mellan element
- Underkantsarmering
- Installationsarbete
- Överkantsarmering samt montage av skyddsräcke
- Formning av ursparingar och skarvar
- Gjutning
- Vid erforderlig hållfasthet: Nedmontering av stämp och bockryggar

Vidare har det även gjorts beräkningar på hur stor del av det totala arbetet av vägg- eller bjälklagscyklerna som bestod av arbete med form, underkantsarmering, installationer, överkantsarmering och gjutning. Slutsatserna blev att under en väggcykel var det framförallt arbete med formar som tog mycket tid. Installationerna utgjorde endast en mycket begränsad del i denna cykel till skillnad för bjälklagscykeln där installationsarbetet förbrukade flest mantimmar av alla observerade aktiviteter (Larsson, 2008). Utav installationsarbetet i bjälklag var det VS-montörerna som behövde mest tid för att utföra arbetet. Minst tid behövde

elektrikern. I väggarna fanns endast elinstallationer (Lindén och Wahlström, 2008). Hur mycket tid som behövs för de olika arbetsgrupperna beror på vilka försörjningssystem som väljs.

När arbetsmomentet med installationer i väggar studerades närmare såg man att indirekt och direkt arbete utgjorde tillsammans hela 98 % av det totala arbetet med installationsdragning. Att läsa ritningar och göra utsättningar räknas som indirekt arbete. Övriga två procent beror på raster som inte var schemalagda. Något mer störningar, 11 %, uppstod vid installationsdragning i bjälklag. I detta fall inträffade också ett fel på grund av att beslut som fattats på möte aldrig genomförts på ritningar. Följden blev att arbete med avloppsledningar behövdes göras om. Från en början utgjordes ledningarna av prefabricerade avloppsgrodor men ledningarna fick vid ändringen istället platsbyggas. Detta kan ses som ett exempel på hur förödande ett fel vid projekteringen kan bli. På grund av detta misstag fick ytterligare 12 mantimmars arbete läggas ner på installationsdragning. Från början utgjordes arbetet av 42 mantimmar (Lindén och Wahlström, 2008).

4. Installationer i flerbostadshus

Utav de personer som svarat på författarens intervjufrågor uppskattar de flesta att kostnaden för installationer i flerbostadshus med platsgjuten betongstomme ligger på ca 10-15 % av den totala stomkostnaden. Mängden installationer i bostäder ökar och de blir dessutom allt mer avancerade. Lägenhetsinnehavare önskar ofta att installationerna skall vara miljövänliga, energisnåla och möjliga att anpassa efter eget tycke (Adler, 2005).

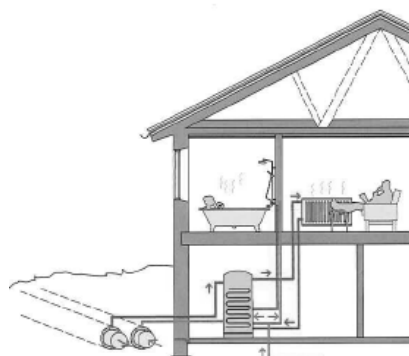
4.1 De vanligast förekommande installationerna i flerbostadshus

El, data, tele, tappvatten, spillvatten, dagvatten, värme och ventilation är de vanligast förekommande installationerna i flerbostadshus. Val av installationssystem beror på byggnadens verksamhetskrav, dess storlek och utformning. Dessutom måste hänsyn tas till hur kommunens VA- nät ser ut, om det finns fjärrvärme, samt hur bostaden kan förses med elektricitet (Adler, 2005).

4.1.1 Värmeinstallationer

Det var fram till 1980-talet mycket vanligt att byggnader värmdes upp med olja. Sedan oljepriset ökat och fokus på miljön har blivit allt viktigare, används andra uppvärmningsmetoder i större utsträckning (Warfvinge, 2003). Det är möjligt att använda fler än ett uppvärmningssätt men systemen bör kunna anpassas för framtida behov. Värme i en bostad kommer från värmesystemet men också ifrån person- och processenergi. Detta måste tas hänsyn till vid val av värmesystem. (Gross, 2008) En positiv egenskap hos betongkonstruktioner är att materialet är värmetrögt vilket medför att värme kan lagras i väggar och bjälklag. Desto tyngre en stomme är desto större är förmågan att lagra värme. Även om vädret slår om till kallare temperaturer tar det ändå relativt lång tid innan stommen kyls. Detta får effekter på värmesystemet eftersom det innebär att dimensionerna på systemet kan göras mindre (Energilotsen, 2008).

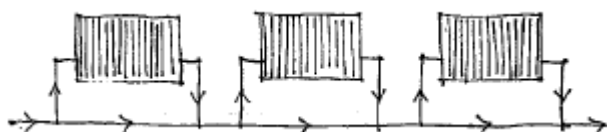
Flera byggnader i tätorter är knutna till ett fjärrvärmesystem. Vatten som värms i en fjärrvärmeanläggning transporteras genom ledningar fram till byggnaden. Där finns en värmeväxlare som överför värmeenergin från primärvattnet, vattnet från fjärrvärmeanläggningen, till vattnet som cirkulerar i byggnadens egna värmesystem. Detta illustreras i bild 4.1. Värmeväxlare finns för uppvärmningssystemet men också för tappvarmvatten och ventilation (Warfvinge, 2003).



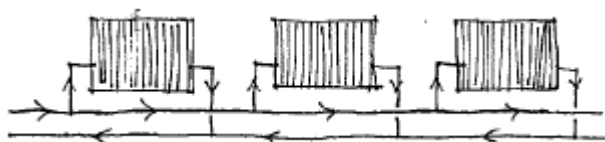
Figur 4.1 Fjärrvärme (Gross, 2008)

Bland småhus som inte är kopplade till fjärrvärmenätet är värmepumpen en vanlig värmekälla. Det finns flera olika typer av värmepumpar och utvecklingen går ständigt framåt. Att ta till vara på solenergi är ett annat exempel på värmesystem som blir allt vanligare (Warfvinge, 2003).

Uppvärmning av flerbostadshus sker mestadels med ett vattenburet system. Radiatorerna i svenska hem är ofta parallellkopplade i så kallade tvårörssystem. Temperaturen på vattnet i framledningen har sjunkit genom åren och idag används ett lågtemperaturssystem. Vattnet som tillförs radiatorerna har en temperatur på 55°C och returvattnet är ca 40-45°C. Varje radiator matas med vatten direkt från värmekällan. Det innebär att alla radiatorer får samma temperatur på det inkommande vattnet. Tryckfallet över radiatorerna blir dock olika och komplicerade injusteringar måste göras. Ett annat kopplingsätt för radiatorer som används i Sverige är ettrörssystem. Detta system är seriekopplat. Fördelen med ettrörssystem är att endast ett rör passerar mellan radiatorerna. Däremot medför det att kallare vatten från en tidigare radiator blandas med varmvatten från värmekällan (Warfvinge, 2003). De båda kopplingsätten visas i figur 4.2 och 4.3 nedan.



Figur 4.2 Etrörssystem (Warfvinge, 2003)



Figur 4.3 Tvårörssystem (Warfvinge, 2003)

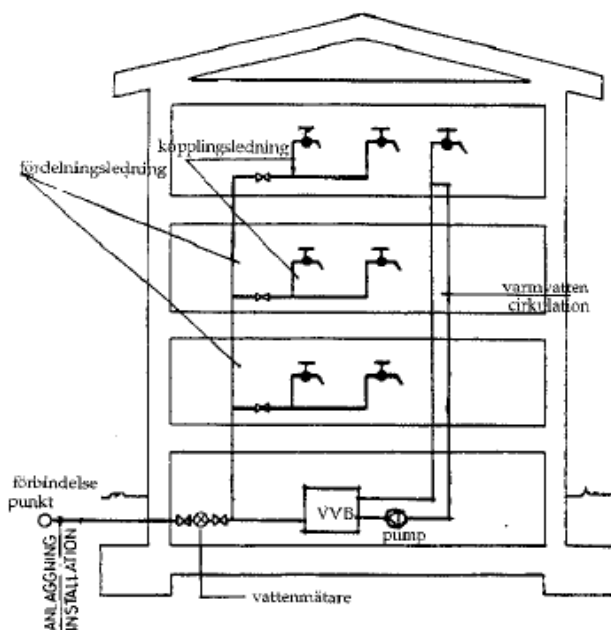
Förutom vattenburna värmesystem finns också luftburna- och el-anslutna värmare. Luftburna system fungerar som både uppvärmingskälla och som ventilationssystem (Warfvinge, 2003).

4.1.2 Tappvatten

I Sverige används varje dygn 200 liter dricksvatten per person (Warfvinge, 2003). Mängden tappvatten har ökat till följd av ett ändrat brukarbeteende. Ett exempel är att det tidigare var vanligare med badkar i vårummen och att man då badade någon gång per vecka. Idag har de flesta hushåll dusch som ofta används varje dag (Dahlblom, 1994).

Kommunalt vatten som används i de svenska hushållen kommer från grundvatten- eller ytvattentäcker. Vattnet leds i det allmänna VA-nätet till byggnaden. Från den punkt, förbindelsepunkten, där det allmänna VA-nätet möter servisledningen beräknas vattenmängden som hushållet förbrukar (Warfvinge, 2003). I figur 4.4 nedan visas hur vatten leds in och sedan runt i ett flerbostadshus.

Vattenkvaliteten ska uppfylla livsmedelverkets regler. Om man har egen brunn är det ägaren själv som ansvarar för att kvaliteten upprätthålls. Har fastigheten kommunalt vatten är det istället kommunens ansvar att kontrollera vattenkvaliteten (Warfvinge, 2003).



Figur 4.4 Tappvattensystem (Warfvinge, 2003)

4.1.3 Spillvatten

Spillvatten är förorenat vatten från bostaden. Detta vatten måste ledas ut så att det inte uppstår en sanitär olägenhet, så som översvämning eller obehaglig lukt. Avloppsledningar tillsammans med ventilationskanaler är de installationer som kräver störst utrymme i bostäder. Alla utrymmen som har någon form av maskin som kräver vatten, eller dusch och badkar ska förses med golvavlopp. Golvbrunn ska också finnas i rum som rengörs med avspolning (Warfvinge, 2003).

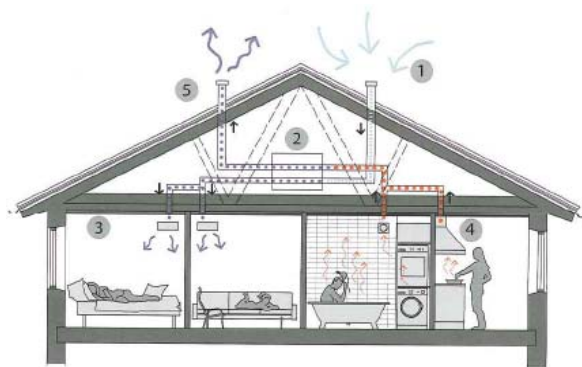
4.1.4 Ventilation

Vilket ventilationssystem som väljs beror på lokalens utformning och användande. För ett bra inneklimat ska temperaturen och kvaliteten på luften i rummet uppnå de rekommendationer som finns i BBR (Warfvinge, 2003).

I äldre bostadshus användes ventilationssystem enligt självdragsprincipen, vilken är ett av de enklaste systemen. Genom uteluftsventiler kommer luften in i byggnaden och transporteras sedan via frånluftsdon, kopplat till en kanal, ut ur byggnaden. Systemet bygger på termisk drivkraft, d.v.s. den kalla luft som tas in i byggnaden värms upp och stiger. Sommartid fungerar metoden sämre eftersom temperaturskillnaden inne och ute inte är speciellt stor (Warfvinge, 2003).

Boverkets regler om energikrav är svåra att uppnå med enbart från- och tilluftssystem i flerbostadshus. Med självdrag eller genom att vädra bostaden släpps inte enbart föroreningar ut utan även den värmeenergi som finns i luften (Adler, 2005). Därför används det ofta från- och tilluftssystem med värmeväxling (FTX), se figur 4.5, alternativt frånluftssystem med värmepump (FVP). Båda dessa system tar till vara på värmeenergin i frånluften och använder den till att värma tilluft, tappvarmvatten eller det vattenburna värmesystemet. Med en värmeväxlare kan uppvärmningen av tilluft minskas med så mycket som 70-80 % (Warfvinge, 2003). Nackdelen med FTX-system är att tilluften blåses in i byggnaden genom kanaler vilka kräver ett relativt stort utrymme. Fördelen är att en uppvärmning kan ordnas utan behov av radiatorer. Till skillnad från FTX system behövs det inte kanaler för tilluft i FVP-system. Här kan tilluften istället tas in genom uteluftsdon. För att värma uteluften innan den släpps in i byggnaden och därmed undvika kallras kan uteluften tas in bakom radiatorer (Hamrebjörk, 1994).

Tilluft ska finnas i de rum som de boende vistas mest i, d.v.s. vardagsrum och sovrum. Frånluft finns i badrum och kök. I dessa rum är luften mest förorenad. I övriga utrymmen sker ventilationen genom luftströmmar (Warfvinge, 2003).



Bilden visar principen för ett FTX-system

1. Frisk luft tas in.
2. Tilluften värms med hjälp av frånluften.
3. Den förvärmade tilluften fördelas i huset.
4. Den förorenade frånluften tas ut från kök och badrum
5. Frånluften lämnar sin värme till tilluften i värmeväxlaren och passerar ut.

Figur 4.5 FTX-system (Gross, 2008)

4.1.5 Dagvatten

Dagvatten är vatten från nederbörd. Utvändigt takavvattning sker genom att vattnet leds på grund av fall på taket till hängrännor och sedan ner till marken i stuprännor. Dagvattenledningar i marken leder vattnet vidare till det allmänna VA-nätet. Om taket skulle vara flackt eller om man av andra anledningar vill, kan man även konstruera invändig avvattning. Det är då viktigt att isolera rören så att det inte finns risk för kondensation, vilket skulle kunna leda till vattenskador. Ett bräddavlopp över någon del av byggnaden där det ofta vistas människor bör också finnas som kan indikera om avvattningen inte kan ske riktigt (Warfvinge, 2003).

Eftersom avvattningen oftast sker utvändigt och därmed inte påverkar stommen kommer det inte att läggas större vikt vid denna installation i rapporten.

4.1.6 EI, data, och tele

Den tekniska utvecklingen har gått fort framåt och idag krävs fler el-, data och teleinstallationer än tidigare. Utöver de maskiner, telefoner och datorer vi har i bostaden behövs också installationer i undercentraler, fläktrum samt i gemensamma lokaler. Några exempel är installationer för styrteknik, portlås och belysning (Hamrebjörk, 1994). Idag finns direktiv från EU som säger att elektriska apparater skall ha CE-märkning. Denna märkning talar om att produkten är säker och inte är hälsoskadlig (Gross, 2008).

4.2 Placering och utrymmesbehov

Vid planering av samtliga installationer eftersträvas att de placeras så att rör- och kanaldragnings kan minimeras för att spara både tid och pengar. Det är också önskvärt att installationer placeras nära varandra. Det är då möjligt att samordna schakt och inbyggnad av rörstammar (Warfvinge, 2003).

En annan viktig aspekt till utrymmesbehovet är kravet på fritt utrymme runt installationerna. Det ska vid flera installationer vara möjligt att komma till för att underhålla och eventuellt byta ut delar. Placeringen av installationerna ska möjliggöra en god arbetsmiljö för montörer och driftspersonal. För att det skall vara möjligt att nå och arbeta med installationerna krävs ett minsta utrymme på 0,6*0,9 meter och minst 2,1 meter högt. Det innebär att man kan stå upprätt och ha utrymme att böja sig. För att ha en bra arbetsställning skall arbete kunna utföras med sänkta axlar och med underarmarna nära kroppen (VVS-installatörerna 2002).

En installation kan läggas fritt dvs. den kan utan förstörande ingrepp i stomme och ytskikt bytas eller repareras. Alternativt kan installationen placeras dold men detta under förutsättning att dess livslängd minst motsvarar byggnadsdelens livslängd samt att installationen är skyddad mot korrosion. Ursparingar i väggar och bjälklag ska göras med hänsyn till byggnadsdelarnas bärande förmåga. Om rör skarvas ska dess täthet motsvara ett liknande rör utan skarvar (Warfvinge, 2003). Dolda vattenrör som inte kan inspekteras får inte vara skarvade (BBR, 2008).

4.2.1 Värmeinstallationer

Då olja används vid uppvärmning placeras pannrummet i källaren för att det enkelt ska gå att fylla på med mer bränsle samt att det är fördelaktigt ur ljudsynpunkt. Om värmesystemet istället är kopplat till ett fjärrvärmenät, placeras en värmeväxlare i byggnadens undercentral, vilken ofta också förläggs i källaren. Värmeväxlarna behöver inte stor plats men det ska vara möjligt att komma till för underhåll och kontroll. Det kan bli höga temperaturer i undercentralen och för att inte de intilliggande rummen ska påverkas bör undercentralen isoleras väl (Warfvinge, 2003).

Varmt vatten från värmekällan leds till vertikala schakt i vilken ledningarna samlas för att sedan nå ut på respektive våningsplan. Från schaktet dras ledningarna ofta ingjutna i bjälklaget fram till radiatorer. Ledningarna bör isoleras för att det inte ska ske någon värmeförlust innan vattnet når fram. Rören utförs vanligen i stål men kan också bestå av plast eller koppar (Warfvinge, 2003).

Alternativt kan rören till radiatorerna förläggas längs ytterväggen. Det blir på detta sätt enklare att komma åt om någon skada skulle uppstå men det innebär också en försämring av ljudisoleringsförmågan jämfört med ingjutna rör (Hamrebjörk, 1994).

4.2.2 Tappvatten

Vid rördragning för tappvatten krävs det förutom utrymme för röret också plats för isolering. Kallvattenrören får inte värmas upp och varmvattenrören får inte kylas ner. Sker detta kostar det inte bara energi utan det kan också leda till att bakterier växer i rören. En allvarlig sjukdom som kan drabba människan om inte vattnets temperatur blir tillräckligt hög är legionärsjukan som uppkommer på grund av legionellabakterier. En annan anledning till att rören behöver isoleras är att det kan uppkomma störande ljud då tryckförhållandet i rören ändras (Warfvinge, 2003).

Vattnet leds med förbindelseledningar via kopplingsledningar till tappstället. Materialet i ledningarna ska ha egenskaper som främjar en god vattenhygien och vars livslängd klarar ställda krav. Dessutom är det viktigt att en förbränning av materialet kan ske utan att miljöfarliga ämnen bildas. Vanligt förekommande materialval är koppar, plast eller rostfritt stål. (Exempel på hur ett tappvattenrör kan se ut visas i figur 4.6). För att säkerställa att skarvarna mellan rör är täta ska ledningarna provtryckas innan systemen tas i bruk (Warfvinge, 2003). Den senaste skarvtekniken, som är framtagen i Sverige, sker genom pressteknik (Geberit, 2008).

Tappvattenrören dras även dessa i vertikala schakt. Därifrån kan man sedan välja om de ska gutas in i bjälklaget eller om de ska vara frilagda från stommen. Ett sätt att ha rören frilagda samtidigt som de inte blir synliga är att förlägga dem bakom köksinredning (Hamrebjörk, 1994).



Figur 4.6 Exempel på tappvattenrör
(Wirsbo, 2008)

4.2.3 Spillvatten

De horisontella ledningarna läggs med självfall om de är över fem meter långa. Om ledningarna är i eller under källargolv, gör en ändringsriktning på 90 grader eller mer, alternativt ändrar dragning från horisontell till vertikal riktning skall rensningsanordningar finnas. Det finns en stor risk för att slamansamlingar uppstår vid krökar eller då ledningen byter dimension. Det är också viktigt att luftningsmöjligheter finns så att inte gaser från ledningarna sprids i bostaden (Warfvinge, 2003).

Plast är ett allt vanligare material för spillvattenledningar. Materialet är lätt och blir därför enklare att arbeta med samt att det inte uppstår korrosion som förorenar vattnet ytterligare (Warfvinge, 2003). De horisontella ledningarna gjuts ofta in i bjälklag medan vertikala ledningar samlas i schakt eller i lägenhetsskiljande väggar. En förutsättning för att kunna placera spillvattenledningar i väggar är att de är tillräckligt tjocka för att verka ljudisolerande, (se kapitel 6. *Sammanställning av installationers påverkan på betongstommen*). Om de ska gjutas in i bjälklag krävs att det minst sker en pågjutning som är 180 mm för att täcka rören. Ett alternativ till att placera rören i bjälklaget är att de istället kläs in eller att undertak alternativt installationsgolv används (Hamrebjörk, 1994). I figur 4.6 visas några förtillverkade krökar, förgreningar samt standardrör.



Figur 4.7 Exempel på spillvattenledningar
(Geberit, 2008)

4.2.4 Ventilation

Vanligen placeras fläktrum på översta eller understa våningen i ett flerbostadshus. För att inte kanaldragningen ska bli för lång, och därmed också ta större plats, bör fläktrum placeras centralt. Det kan vara nödvändigt med flera fläktrum men kostnaden för kontroll och underhåll ökar med antalet fläktrum. Den vertikala kanaldragningen utförs gärna i schakt i anslutning till trapphus och det blir därför naturligt att fläktrummen placeras på ungefär samma plats (Warfvinge, 2003). Anledningen till att utrymmet placeras intill trapphus är att detta är en del av stommen som troligtvis inte kommer att förändras med tiden (Adler, 2005). Fläktrummen måste ljudisolerats noga då det förekommer störande ljud från maskiner (Warfvinge, 2003).

Ventilationssystemet måste ur brandsynpunkt vara väl projekterat. Risk finns för att brandgas kan spridas med luften eller att intilliggande material antänds. En brandisolering ska göras då kanalerna bryter en brandcellsvägg. Av denna anledning kräver installationen utrymme utöver det faktiska utrymmet för kanalerna (Warfvinge, 2003).

Brandcellsindelning utförs för att hindra branden från att spridas i byggnaden. Cellerna delas med väggar och bjälklag som klarar att motstå brand under en föreskriven tid (BBR, 2008). I flerbostadshus kan brandcellsindelningen vara utformad så att varje lägenhet och trapphus utgör egna brandceller (Sandgren, 2008).

Ventilationskanaler består i de flesta fall av cirkulära galvaniserade tunnplåtsrör, s.k. spirorör. I figur 4.8 redovisas några olika dimensioner på spirorör. För bästa flöde bör rören vara cirkulära men det finns även rektangulära kanaler att använda då utrymmet är begränsande. Horisontella kanaler gjuts vanligen in i bjälklag medan de vertikala kanalerna placeras i schakt. Beroende på vilket ventilationssystem som väljs kommer kanalerna att ta olika mycket plats. Gemensamt för alla ventilationssystem är att de är beroende av att kanalerna är rena för bästa funktion. På grund av detta ska systemen kontrolleras med ett bestämt tidsintervall (Warfvinge, 2003) .

I tabellerna nedan visas ett exempel på ventilationsprodukter samt hur många löpmeter kanal som behövs i bostadshus med varierande ventilationssystem. Exemplet är tagen från Wiksells produktkatalog 2005.

Tabell 4.1 Lägenhet med till- och frånluftssystem, (45 l/s)

Artikel	Antal/Löpmeter (st/m)
Värmeväxlare	1
Ljuddämpare	1
Tilluftsdon	2
Frånluftsdon	2
Renslucka	2
125 Spirokanal	12
160 Spirokanal	16

Tabell 4.2 Flerbostadshus 3vån, 6 lgh, frånluftssystem, (50 l/s och lgh)

Artikel	Antal/Löpmeter (st/m)
Takfläkt	1
Ljuddämpare	1
Friskluftsventil	12
125 Spirokanal	18
160 Spirokanal	12
200 Spirokanal	6
250 Spirokanal	3



Figur 4.8 Exempel på olika ventilationskanaler
(Lindab, 2008)

4.2.5 El, data, tele

Rördragning sker genom VP-rör för att skydda ledningarna. El- och telekablar har inte stora dimensioner och kräver därför inte mycket utrymme (Adler, 2005). I Svensk standard beskrivs hur el-dragningen ska se ut i flerbostadshus. I standarden finns bland annat regler för säkerhetsåtgärder samt placeringsanvisningar (SS 437 01 45). Mätutrustning kan placeras på varje våningsplan eller vara gemensamt för hela byggnaden. De utrustningar som behövs är måttavlor och centralantenn. De placeras lämpligen på byggnadens nedersta plan (Adler, 2005). El-nischer bör placeras i trapphus så att installationen blir åtkomlig för tekniker (Hamrebjörk, 1994).

El-dragning kan ske i pågjutning om plattbärlag används eller gjutas in i bjälklag vid platsgjutet valv. Därifrån leds sedan ofta elen ner i innerväggar på det aktuella planet. Det är även möjligt att elen istället försörjer våningen ovan bjälklaget. Då förläggs ledningarna istället i väggarna på planet ovan. Om för stor del av elen placeras i innerväggar kan detta utgöra ett hinder om man senare vill ändra planlösningen. Det går bra att göra el-dragning i bärande väggar såväl platsgjutna som halvprefabricerade. Fördelen med att placera installationer i bärande delar är att dessa sällan byggs om även om övrig planlösning ändras (Hamrebjörk, 1994).

4.2.6 Sammanställning av installationers utrymmesbehov

Tabell 4.3 Vanligt förekommande dimensioner på rör och kanaler i flerbostadshus

Installationer	Standard dim. (diameter, mm)	Anmärkningar
Värmerör	15-20	för matning till 3 radiatorer
Tappvattenrör	12-15	
Avlopp till toalettstol	110	
Avlopp till brunn, badkar, tvättställ	75	
Ventilation	80-125	Oisolerad kanal
	140-185	Isolerad kanal (30 mm isol)
El - och telekablar	16	

Dimensionerna är hämtade från Adler, 2005 och är vanligt förekommande dimensioner i flerbostadshus.

5. Samordning av stomme och installationer

Samordningen av stommen och installationer sker genom att ta hänsyn till samspelet i byggprocessens skeden samt att tillämpa de utarbetade system som finns för bjälklag och väggar. Beroende på om man använder platsgjutna stomdelar eller om de är halvprefabricerade, så som plattbärlag och skalväggar, ser samordningsmöjligheterna olika ut. Installationerna behöver inte gjutas in i stommen utan kan placeras utanför denna. Dessutom finns flera olika prefabricerade lösningar för installationssystem. Om man väljer att använda prefabricerade installationsenheter är det en fördel om detta kan beslutas så fort som möjligt.

5.1 Byggprocessen

Byggprocessen delas normalt in enligt program-, projekterings-, produktionsskedet och slutligen förvaltning. Processen kan skilja beroende på vilken entreprenadform som tillämpas (Nordstrand, 2003).

5.1.1 Programskede

En behovsutredning utförs för att veta vilka krav som kan ställas på den tilltänkta byggnaden. Behovsutredningen kan göras av beställaren själv men denne kan med fördel även ta hjälp av konsulter med teknisk kunskap och någon som kan stötta i ekonomiska frågor. Byggherren som kan vara en person, ett företag eller organisation är den som låter uppföra byggnaden. Byggherren ansvarar för att personer med tillräcklig kompetens anlitas i projektet (Nordstrand, 2003). Kraven på installationer kan till exempel gälla reglerbarhet, temperatur och luftflöden. Det finns riktvärden presenterade i skriften R1 som ges ut av VVS Tekniska föreningen, (se www.siki.se). Denna skrift kan användas som mall för krav om inomhusklimat. Dessutom kan det finnas önskemål från beställaren så som synlig rördragning i våtrum (Herneheim, 2008).

Plan- och bygglagen, (PBL), Byggnadsverkslagen, (BVL), Arbetsmiljölagen, (AML), samt miljöbalken är de lagar som påverkar uppförandet av nya byggnader. Till dessa lagar finns förordningar och allmänna råd. PBL styr utformningen av bostäder och påverkar indirekt även utformningen av installationssystem (Nordstrand, 2003). BVL innehåller bland annat krav om brandteknisk projektering, vilket i hög grad påverkar utförandet av genomföringar i väggar och bjälklag samt isolering av ventilationskanaler (Backvik et al, 1996). AML styr bland annat tillgängligt utrymme runt installationer, då det ska vara möjligt att arbeta vid installationerna under bra arbetsförhållande (VVS-installatörerna, 2002). Denna sista lag är ett typexempel på något som alla gärna följer men där det i slutänden blir svårt att fullständigt leva upp till. Det är inte alltid att byggnaden medger tillräckligt utrymme för montörer och driftspersonal (Lundkvist, 2008).

Arkitekten tar under programskedet fram förslag på en byggnad som motsvarar de krav och önskemål som byggherren har. Byggnadens läge och utseende måste godkännas av byggnadsnämnden. Som grund för sitt beslut om bygglov har

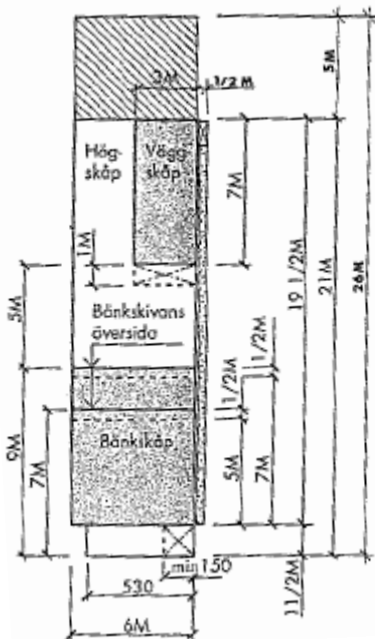
kommunen översiktsplan, detaljplaner och områdesbestämmelser. I detta skede bör förutom arkitekt också andra experter konsulteras för att det ska vara möjligt att utarbeta hållbara programskisser. Arkitekten presenterar slutligen en situationsplan, övriga planer och fasadritningar (Nordstrand, 2003).

5.1.2 Projektering

Byggprocessen leder vidare till projekteringsskedet. Byggherren anlitar de konsulter som ska slutföra projektet (Nordstrand, 2003). Det är mycket viktigt att konsulterna får tydliga instruktioner om syftet och kraven på redovisningsnivån i projektet. En enhetlig presentation från alla parter krävs för att samordningen ska fungera (Arkitekt- och Ingenjörsföretagen, 1996). Tid- och kostnadsplaner bestäms och tillsammans ska de verka som en ram för projektet. Planerna fungerar också som en hjälp i samordningen mellan olika arbetsmoment under byggtiden (Nordstrand, 2003).

Förslagshandlingarna, som innehåller förslag på installationssystem och rör- och kanaldragning i byggnaden, samt byggnadens utformning och planlösning, vidareutvecklas till systemhandlingar med de fastställda konstruktions- och installationssystemen. Förslagshandlingarna har gjort det möjligt för beställaren att ta ställning till vilket system som ska användas genom att kostnadsberäkningar kunnat utföras samt funktion beskrivits (Herneheim, 2008).

För att kunna konstruera systemhandlingar är det en förutsättning att det sker en samordning mellan konsulternas arbeten. Arbetet måste ske genom en dialog mellan olika arbetsgrupper. Arkitektens ritningar är en grund för utformningen av byggnaden men installationskonsulternas kunskap om installationssystemens placering måste tas hänsyn till. Byggnads-, VS- och ventilationskonstruktörens arbete flyter parallellt (Herneheim, 2008). Installationssystemen i byggnader blir allt mer komplexa och det kan därför vara rimligt att anlita någon av installationskonsulterna till att fungera som samordnare. Samtidigt som det ska ske en samordning av det ofta begränsade utrymmet ska de lagar och förordningar som finns uppfyllas (Nordstrand, 2003). En samordning kan ske genom att installationsprojektörernas handlingar samplottas med de konstruktiva handlingarna eller att deras ritningar projiceras på en duk för samgranskning. Numera projekteras ofta ventilation och vs i exempelvis MagicCad som är ett objektbaserat program som möjliggör att visualisera installationerna tredimensionellt och få en automatisk kollisionskontroll. Detta är ett annat sätt att genomföra kontroller av kritiska snitt. Ytterligare ett sätt att öka kvalitén och effektiviteten på arbetet är att använda sig av standardiseringar. Dessa kan gälla rumshöjd, mått på köksinredning eller våtrumsinredning (Adler, 2005). I figur 5.1 redovisas exempel på hur standardmått kan se ut för köksinredning.



Figur 5.1 Exempel på standardmått för köksinredning, (Adler, 2005)

Systemhandlingarna utvecklas till bygghandlingar efter vilka byggnaden uppförs. För att bygghandlingarna ska vara enhetliga används lämpligen Bygghandling 90 som är en svensk standard utvecklad av Byggstandardiseringen, (BST). Normalt sett används datorbaserat ritningsprogram, exempelvis AutoCAD, och namnen på ritningarna i programmen bör följa BSAB:s klassifikationssystem. Förutom ritningar ska i detta skede av projekteringen också beskrivningar och förteckningar upprättas. Vanligen följer de ramen enligt AMA om ingen annan överenskommelse finns. De tekniska beskrivningarna som ska följa med systemhandlingarna ska bland annat innehålla flödesschema och dimensionskriterier för installationer. Dessutom ska preliminära värden på energianvändning redovisas. Till bygghandlingarna har beskrivningarna vidareutvecklats till att också innehålla information om ledningsdragning och kanalplacering. Förteckningar innefattar vilka enheter som behövs samt dess typ för att beställning och kostnadsplanering ska kunna göras (Nordstrand, 2003).

5.1.3 Produktion

Det finns flera olika entreprenadformer efter vilka ett byggprojekt kan upphandlas. De vanligaste är generalentreprenad och totalentreprenad. Beroende på vilken av dessa som väljs så innebär det att samordning mellan entreprenad och installatör kan se olika ut. Vid generalentreprenad har beställare och konsult tagit fram bygghandlingar innan ett entreprenadföretag har handlats upp i projektet. Entreprenadföretaget ansvarar för att arbetet mellan underentreprenörer fungerar. I detta fall kommer inte installatören kunna påverka systemet eftersom handlingarna redan är gjorda. Om projektet däremot upphandlas genom totalentreprenad så kommer entreprenaden stå för både projektering och byggande. Totalentreprenaden har i detta fall ett funktionsansvar för att de anlitate konsulternas arbete utförs enligt

beställarens önskemål. Underentreprenörerna själva har funktionsansvar för sina lösningar (Nordstrand, 2003).

Även under byggtiden är det konsulternas ansvar att bistå byggherren i frågor rörande deras expertisområde. Det är också deras skyldighet att enligt AB92 och ABT06 medverka på byggmöten som de blivit kallade till. AB92 är allmänna bestämmelser om generalentreprenad och ABT06 gäller vid totalentreprenad (Boverket, 2008).

Som ytterligare ett verktyg att uppnå målen med projektet står det i PBL att byggherren ska utse en kvalitetsansvarig vars uppgift är att delta på möten med byggnadsnämnden och där utveckla en kontrollplan. Vad kontrollplanen innehåller beror på projektets omfattning. Kvalitetsansvarig ska genomföra kontroller och dokumentera dessa under byggtiden, alternativt utförs egenkontroller. Innan slutbevis utfärdas måste samtliga egenkontroller vara inskickade till kvalitetsansvarig och godkända i byggnadsnämnden (Nordstrand, 2003).

Vid slutbesiktning bör personer ur varje konsultgrupp vara representerade. Det är VS-konsultens och el-konsultens uppdrag att informera beställaren om hur installationerna i byggnaden fungerar samt underhålls. Innan överlämnandet ska det göras en funktionsprovning av installationerna (Arkitekt- och Ingenjörsföretagen, 1996).

Den sista versionen av ritningar som skapas är relationshandling. Dessa ska redovisa de slutliga lösningarna. Då relationshandlingarna är färdiga och kontroller inskickade till byggnadsnämnden utfärdas slutbevis och byggnaden är därmed färdigställd (Nordstrand, 2003).

5.1.4 Förvaltning

I begreppet förvaltning ingår drift och underhåll som två fundamentala områden. Med drift avses vanligen att byggnadens funktion skall upprätthållas, exempelvis ska det råda ett bra inneklimat. För att detta ska vara möjligt krävs det att installationer ses över och att vissa justeringar görs. Som ett stöd för att fastighetsskötaren ska kunna se över installationerna på bästa sätt ska det överlämnas driftsinstruktioner från ansvarig konsult innan byggnaden tas i bruk. För ventilationssystem i flerbostadshus ska det ske en obligatorisk kontroll som säkerställer dess funktion. Hur ofta kontrollen utförs beror på vilket ventilationssystem som finns i byggnaden. För frånluftssystem gäller att tiden mellan kontrollerna maximalt får vara 6 år. Vid en kontroll, som ska utföras av sakkunnig, ska protokoll föras. Detta protokoll ska komma både byggnadsnämnden och ägaren tillhanda. Efter utförd kontroll ska ett intyg anslås väl synligt i byggnaden (Boverket, 2008).

Underhåll behandlar främst byggnadens skick. Fastighetsförvaltaren är enligt PBL skyldig att hålla byggnaden vid gott skick. Det bör upprättas underhållsplaner för att veta vilka insatser som behöver göras och hur ofta. Underhållsplanen bör minst sträcka sig 30 år (Boverket, 2008).

Till årsskiftet 2008/2009 skall både hyresrätter och bostadsrätter energideklareras. En energideklaration ska beskriva byggnadens energiprestanda, vilket betyder mängden energi som används under ett år. För att bli godkänd ska värdena klara kraven från Boverket. Då energideklarationen är genomförd och godkänd skall ett bevis anslås på väl synlig plats i byggnaden (Boverket, 2008).

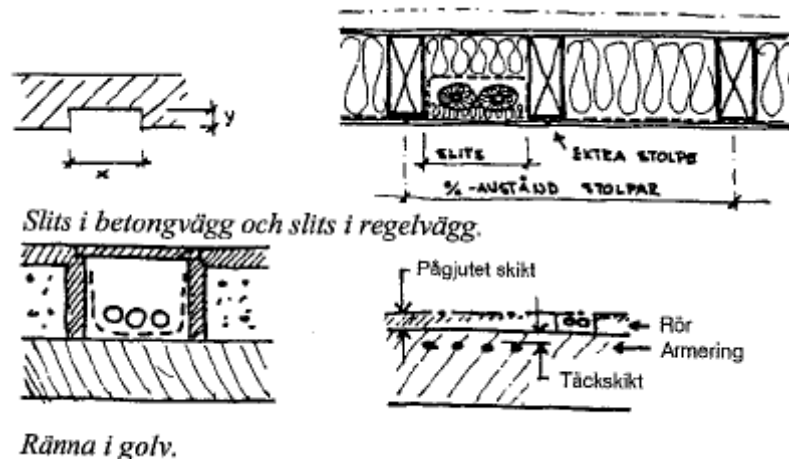
5.2 Installationer i bärande stomme

De delar av den bärande stommen som installationer integreras i är väggar, bjälklag och i vissa fall trapphus. Det är ofta schakt som anordnas invid trapphus. Fördelen med att ha ingjutna installationer är att det kan vara mer estetiskt tilltalande, att ändringar med installationer kan göras i ett senare skede och att det inte upptar plats i bostaden. Däremot kan det medföra svårigheter så som att komma till installationerna för underhåll eller byte och det är också svårt att upptäcka skador som läckage från vattenledningar (Adler, 2005). En annan nackdel med att gjuta in installationer är att arbetet integreras i stomcykel och eftersom installationsarbetet är mantidskrävande blir således övriga stomarbeten (t.ex. armering och gjutning) beroende av installatörerna (Lindén och Wahlström, 2008).

5.2.1 Platsgjutna väggar

Arbetet med att gjuta en vägg med traditionell form inleds med att väggens placering märks ut på bjälklaget. Därefter utförs enkling, d.v.s. den första sidan av formen monteras. Därpå följer arbete med att fixera armering och installationer. Sedan monteras den andra formsidan och kompletterande tätning av formavslut innan gjutningen kan påbörjas. Eventuella öppningar för dörrar, fönster eller genomföringar av ventilationskanaler görs genom att montera avstängare (reglar) runt omkring avsedda öppningar (Lindén och Wahlström, 2008). De installationer som gjuts in i väggar är framför allt dragning av elkablar. Dessa är relativt små och kräver inte så stort utrymme. (Adler, 2005) Det kan förekomma att man väljer att gjuta in vertikala ventilationskanaler (frånluftskanaler) i väggar, men för att detta ska vara möjligt krävs en tillräcklig tjocklek på väggen för att medge utrymme för kanalen samt att dessutom uppfylla kraven på ljudisolering. Ingjutning är dock ett bra sätt att brandisolera ventilationskanalen (Warfvinge, 2003). I kapitel 6, ”*Sammanställning av installationers påverkan på betongstommen*”, redovisas vilka mått på väggar och bjälklag som krävs för att uppnå brand- och ljudkrav.

Ytterligare ett sätt att dölja installationer i väggar är att utföra slitsar. Några exempel på lösningar kan ses nedan. Vertikala slitsar medför inte att väggens hållfasthet minskar dramatiskt (Warfvinge, 2003).



Figur 5.2 Exempel på slits och ränna, (Warfvinge, 2003)

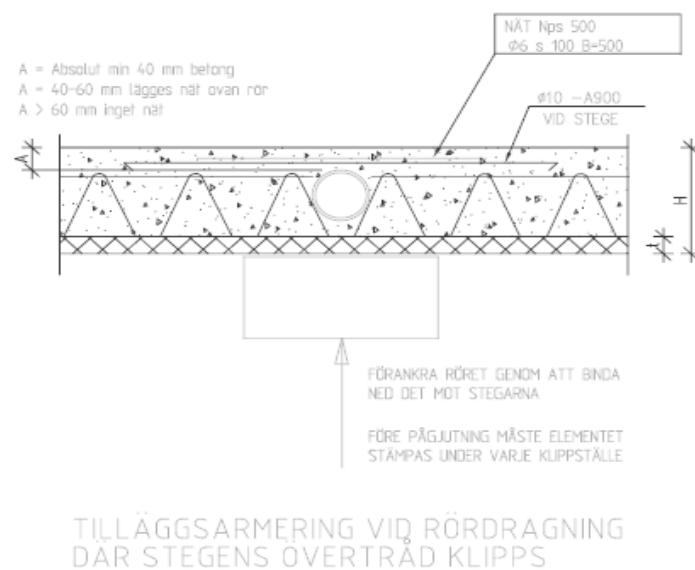
5.2.2 Platsgjutna bjälklag

Arbetsättet med att platsgjuta bjälklag liknar det för gjutning av väggar. Då formen byggs placeras underkantsarmering, installationer och sist överkantsarmering. Eftersom bjälklagen ofta är tjockare än bärande väggar skapas ett större utrymme för installationer. Horisontella värme-, vatten-, och avloppsledningar samt även ventilationskanaler och elinstallationer kan gjutas in (Adler, 2005).

5.2.3 Plattbärlag

Samordningen mellan installationer och stomme i plattbärlag sker genom att man på fabrik gjuter in eldosor, el-genomföringar till väggar, ventilationsstosor och gör hål för VS (Abetong, 2008). Håltagningarna kan utföras med hög precision då Cad-ritningar från projektörer kan överföras till formbordet (Betongbanken 2008). När plattbärlaget levereras till byggarbetsplatsen placeras de horisontella installationerna direkt på plattbärlagen, se figur 5.4. Vilka installationer som placeras först styrs av hur mycket utrymme som finns. Begränsande faktorer är att längre avloppsledningar ska ligga i fall samt att ventilationskanaler ofta har relativt stora dimensioner. Övriga installationer kan lättare anpassas och kringgå de större rören och kanalerna. Det innebär att arbetsordningar kan variera från fall till fall men vanligen placeras ventilationskanaler eller avlopp först och sist el. För att komma fram med installationsdragningen måste en del av armeringen klippas bort. Det är då viktigt att sätta extra stämp under de berörda områdena på plattbärlaget. I detaljritningen i figur 5.3 visas hur stämp och armering ska placeras om rör gjuts in i bjälklaget. När installationerna ligger på plats kompletterar man med mer armering innan gjutning (Odell, 2008). Med pågjutning bygger plattbärlag i normalfallet mellan 250-270 mm i tjocklek (Sandgren, 2008).

Vid totalentreprenad ansvarar var och en av konsulterna för att deras uppgifter om håltagning kommer elementtillverkaren tillhanda. Byggnadskonstruktören ansvarar för att håltagningen är möjlig med hänsyn till elementets bärrighet och slutligen ansvarar tillverkaren för att håltagningen utförs enligt ritningar. Om projektet istället drivs genom generalentreprenad ligger ansvaret för att rätt uppgifter om håltagning levereras till plattbärlagstillverkaren hos beställaren (Jaglé, 2008).



Figur 5.3 Detaljritning på hur armering ska kompletteras (Skandinaviska byggelement AB, 2008)



Figur 5.4 Plattbärlag med installationer och armering, (Eget foto)

5.2.4 Skalväggar

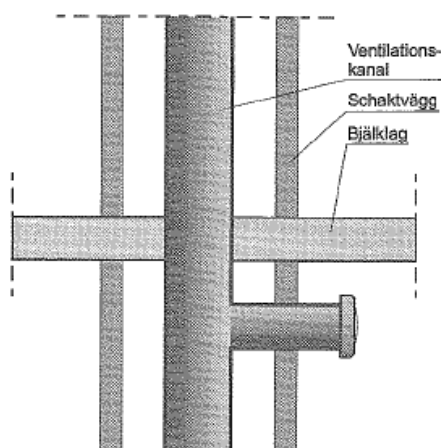
Installationer i skalväggar hanteras på samma sätt som i plattbärlag. Uppgifter från projektörer ligger till grund för håltagning på fabrik. I väggar gjuts eldosor in och eventuella genomföringar för ventilation utförs (Abetong, 2008). Ventilationsgenomföringar i lägenhetsskiljande väggar bör undvikas eftersom det innebär att ljud lätt transporteras därigenom (Warfvinge, 2003).

5.3 Installationer frilagda från den bärande stommen

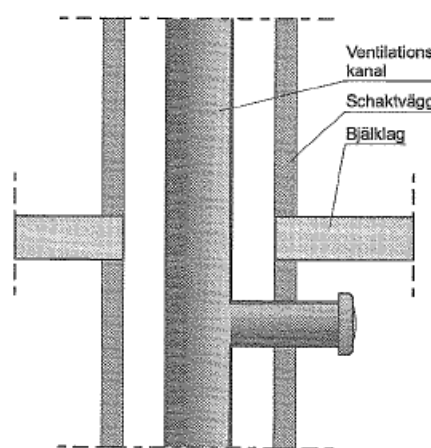
Att frilägga installationerna från stommen innebär att de kan repareras eller bytas utan att det behöver utföras ingrepp i stommen. Placeringen ska också helst möjliggöra åtkomlighet från ett neutralt läge, d.v.s. att ingreppet inte behöver göras från någon lägenhet. Samtidigt bör mängden håltagningar i bjälklagen minimeras (Adler, 2005).

5.3.1 Schakt

Vertikala rör- och kanaldragningar kan ske i schakt. Schakten kan antingen vara slutna eller öppna (Ohlson et al, 96). De båda schaktvarianterna illustreras nedan i figur 5.5 och 5.6. Om ett schakt passerar en brandcellsvägg får inte detta medföra att brandskyddet försämras. Normalt utförs schaktväggarna för att kunna klara integritet, dvs. inte låta elden spridas genom materialet och isolering under 60 minuters normalbrand. Det är viktigt att tänka på vilket material som rören eller kanalerna är gjorda av eftersom de reagerar olika vid höga temperaturer. En vattenledning av metall klarar brand bra medan man mer noggrant behöver kontrollera egenskaperna för rör av plast. I samtliga fall behövs en brandisolering om en brandcellsvägg ska passeras. En sådan isolering kan bestå av stenull, gipsbruk eller betong (Ohlson et al, 96).



Figur 5.5 Slutet schakt,
(Backvik et al, 1996)



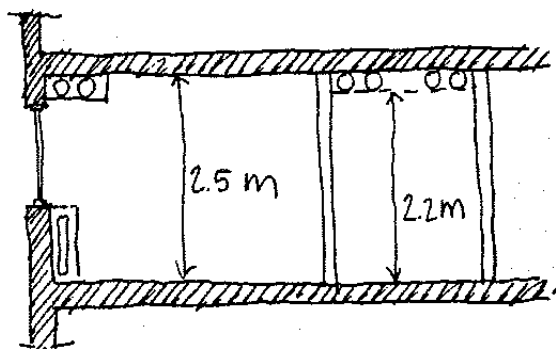
Figur 5.6 Öppet schakt,
(Backvik et al, 1996)

Det går bra att använda gemensamt schakt för de flesta installationssystemen och därmed undvika flera mindre schakt utspridda över bjälklaget. Flera schakt ökar antalet håltagningar och låser planlösningen (Adler, 2005). Om man istället väljer få schakt kan detta medföra att ledningarna blir längre och av större dimension. Vilket av dessa alternativ som föredras beror på hur byggnaden ser ut (Herneheim, 2008). För att kunna utnyttja så få schakt som möjligt ska badrum och kök lämpligen placeras rakt ovan varandra från ett plan till ett annat. Då kan också schakten placeras på detta vis och man undgår att göra sidodragningar (Hamrebjörk, 1994).

Vattenrör ska separeras från elledningar eftersom det finns en stor risk för skador om ett läckage uppstår. Ventilationskanaler måste brandisoleras. Vilken storlek som schaktet ska ha beror på hur stor del av byggnaden den ska förse samt hur många ledningar som ska dras i schaktet. Om kanaler och rör ska förse ett större område innebär det att dimensionerna på dem ökar vilket i sin tur medför att schaktet måste göras större. Måtten på schakten ska ta hänsyn till plats för isolering, montering och åtkomlighet (Adler, 2005).

5.3.2 Undertak

Undertak kan användas för att skapa en bättre ljudisolering, dölja installationer eller sänka takhöjden. Konstruktionen är uppbyggd av stålprofiler och en takskena. Vilken takskena som används beror på vilka krav som ställs på undertaket (Gyproc, 2003). Det är relativt ovanligt att undertak används i bostadshus eftersom det medför att takhöjden i rummet blir lägre, se figur 5.7. För att upprätthålla samma höjd i rummen krävs då att hela byggnaden görs högre vilket inte bara kostar pengar utan också kan strida mot detaljplanen. I bostadshus används främst undertak i badrum, hall och klädkammare, d.v.s. rum där en något lägre takhöjd kan accepteras (Adler, 2005). Att använda sig av undertak innebär en extra kostnad jämfört med att gjuta in installationerna och behovet av denna konstruktion är inte stort i flerbostadshus. En anledning till att man ändå använder undertak kan vara att man av estetiska skäl vill fälla in belysning (Andersson, 2008). I kontor eller utbildningslokaler är det desto vanligare med undertak. Det beror på att det här finns ett större behov av installationer. Exempelvis består ventilationssystemen av fler kanaler i kontor jämfört med bostäder (Hamrebjörk, 1994).



Figur 5.7 Illustration på takhöjd då undertak används, (Warfvinge, 2003)

I det utrymme som bildas mellan undertak och bjälklag kan installationer dras. I distributionszonen förläggs rör och kanaler medan det under dessa ska finnas plats för anslutning av installationer. Närmast undertaket placeras elledningar. Vilken höjd som behövs på undertaket beror på vilka installationer som ska placeras där samt deras dimension och isoleringsmängd, (se kap 4.2.6 för vanligt förekommande dimensioner på installationer i flerbostadshus). De installationer som vanligen dras i undertak, om sådant finns, är ventilation, el, tele och data. Viktigt att tänka på ur arbetsmiljösynpunkt är att materialet inte får vara tungt då arbetsställningen för installationsmontörerna är mycket ansträngande (VVS-installatörerna, 2002).

En anledning till att använda undertak är att installationerna blir mer lättåtkomliga än om de varit ingjutna. Genom att undertaket kan demonteras, kan byte eller reparation utföras. För största åtkomlighet bör undertaket endast ha en bärriktning. Detta är möjligt i hall och korridor där spännvidden är kort (Ecophon, 2008).



Figur 5.8 Undertak i kontorskorridor, (Flex Systemväggar, 2008)

5.3.3 Installationsgolv

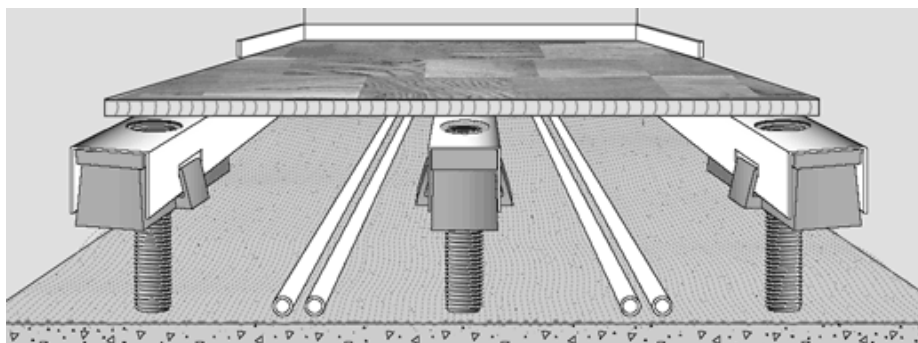
Det finns flera tillverkare av installationsgolv, även kallat övergolv, och därför även flera olika tekniska lösningar på golvsystemen. Ett exempel på en golvkonstruktion kan ses i figur 5.9. Golven kan reglas upp av stålreglar varpå det sedan läggs en plywoodskiva. På skivan läggs det önskade golvmaterial (Granab, 2008). Även system med träreglar finns på marknaden. För att inte träreglarna ska stå i direkt kontakt med betongbjälklaget är beslagen utformade av stål (Aprobo, 2008).

Mellan golv och bjälklag skapas ett utrymme som kan utnyttjas för installationsdragnings av t.ex. el, ventilation och avlopp. Beroende på vilket behov som finns så är det möjligt att bygga ett högre övergolv genom att använda högre reglar (se kap 4.2.6 för vanligt förekommande dimensioner på installationer i flerbostadshus). Genom provning har man tagit fram golv som är typgodkända och certifierade av Sveriges Provnings och Forskningsinstitut. Golven har goda egenskaper avseende ljuddämpning och hållfasthet. Enligt Svensk standard finns tre ljudklasser, A, B och C, där B är den klass som åtminstone bör eftersträvas.

De golvtyper som är framtagna av Granab och också typgodkända, klarar precis de ställda kraven när golvet är belagt på håldäckselement av tjockleken 185 mm samt 270 mm (Granab, 2008).

Fördelarna med ett installationsgolv är att installationerna blir dolda samtidigt som rör- och kanaldragningen kan fortgå utan att arbetet med stommen påverkas (Aprobo, 2008). När ett golvsystem monteras på platsgjutet bjälklag är det möjligt att minska bjälklagets tjocklek och fortfarande ha en mycket god ljuddämpande förmåga. Om man använder ett prefabricerat våtrum kan golvet justeras så att dess höjd anpassas efter våtrummet. Detta medför att man undgår att göra ursparing i bjälklaget vilket annars hade varit nödvändigt. Andra fördelar är att om man önskar är det möjligt att skapa ett övergolv som är ventilerat. Det kan vara aktuellt om radonhalten i byggnaden är hög eller om underlaget är fuktigt. Med en frånluftsfläkt skapas ett undertryck vilket medför att luften strömmar under golvet. System med både till och frånluftsfläktar finns också att tillgå. Då man använder sig av ett övergolv skapas dessutom ett något mjukare golv. Ett sådant golv är att föredra i bostäder. Ett hårt golv, vilket skapas om golvmaterialen placeras direkt på betong, kan medföra att de boende får knä- och ryggsmärtor (Granab, 2008).

Trots att företaget kan visa att deras golv är typgodkända är flera byggherrar skeptiska till att använda systemen. Flera klagomål har framkommit från tidigare projekt på att de boende upplever att det knarrar i golven (Mac Donald, 2008). Detta skulle kunna bero på att man är mer känslig för störande ljud i sitt eget hem än på arbetet och att det möblemang som finns i bostaden ofta placeras ojämnt över golvytan (Jaglén, 2008).



Figur 5.9 Övergolv (Granab, 2008)

De horisontella installationerna som inte gjuts in i bjälklag måste förläggas i undertak eller övergolv för att inte vara synliga. Om enstaka ledningar finns kan dessa dock placeras intill väggar och då istället kläs in med skivor (Wallin, 2008). Om man studerar de referensprojekt som de mest välkända tillverkarna av övergolv eller undertak presenterar finns ett stort antal fler bostadsprojekt med övergolv jämfört med undertak. (se exempelvis Granab, Aprobo, Gyproc, Ecophon, m.fl.)

En negativ aspekt som övergolv och undertak har gemensamt är att man för högsta termiska tröghet vill att luften ska vara i direkt kontakt med betongytan. Detta förhindras med dessa båda konstruktionslösningar. Stommens förmåga att lagra värme påverkas och behovet av energi till uppvärmning av bostaden kan öka (Larsson, 2008).

5.3.4 Synliga installationer

Synliga installationer kan krävas då rörens livslängd inte är lika lång som livslängden för omgivande byggnadsdel. Då måste det vara möjligt att reparera eller byta ut installationen. Ett alternativ till synliga installationer är inklädnad där endast en skiva behöver demonteras vid inspektion (Dahlblom, 1994).

Synliga installationer i bostadshus är oftast tappvattenrör eller värmerör till radiatorer. I kök förläggs vanligtvis rören bakom inredningen men utbytbarheten kan då ifrågasättas och syftet med synliga installationer förloras. I badrum förekommer det relativt frekvent att tappvattenrören är synliga längs väggarna liksom att värmerören är synliga i övriga rum. Värmerör kan förläggas både vertikalt, samlat till stammar, eller som enskilda horisontella rör. Rörens passage genom bjälklag ger upphov till att ljud kan spridas från en lägenhet till en annan och en god isolering krävs för att hindra detta. Det finns också stor risk för korrosionsskador när rören passerar betong. Därför måste de gutas in hylsor som skyddar rören (Dahlblom, 1994). Försäkringsbolag kan ha synpunkter på hur rördragning utförs vid nybyggnad av våtrum. Exempelvis tillåts inte håltagning i golv samt att synliga rör längs väggar rekommenderas, dock inget krav (Häggström, 2008).

Fördelen med synliga installationer är att de blir lätt utbytbara samt att skador så som läckage kan upptäckas i ett tidigt skede. Rören separeras från stommen och den samordning som krävs är håltagning i bjälklag. Ett problem uppstår då rören ska dras förbi exempelvis dörröppningar. Ledningarna måste då dras ner i golvet förbi öppningen innan den åter kan vara synlig på väggen (Dahlblom, 1994).

Ur estetisk synpunkt, bör rördragningen vara diskret. På synliga rör samlas det lätt damm, vilket medför att städning ska kunna utföras. Det kan också upplevas som att rummen blir mer svärmöblerade om det finns synliga rörstammar (Mac Donald, 2008).

5.4 Prefabricerade installationsenheter

Ett sätt att effektivisera byggandet av våtrum är att beställa prefabricerade enheter. Dessa enheter kan vara installationsväggar men också hela volymer. Dessutom finns flera rör och kanaler samt böjar i standardutförande. Möjligen kan det vara skillnad på att bygga bostadsrätt jämfört med hyresrätt. Vid äganderätt kan köparen i större utsträckning påverka bostadens utformning och funktion. Det är lättare att använda sig av prefabricerade delar om flera enheter ser lika ut, vilket oftare är fallet i hyreshus (Frykman, 2008). Prefabricerade enheter används idag i liten utsträckning.

Undantag är de större företag inom byggbranschen som satsat på att utveckla koncept för mer industriellt byggande (Jaglén, 2008).

5.4.1 Installationsväggar

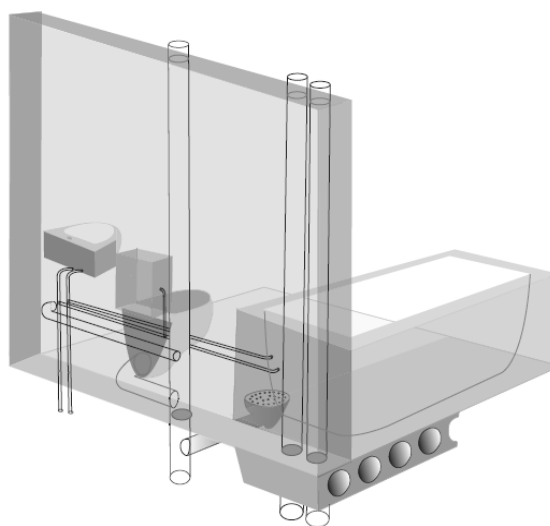
System finns utvecklade för att på fabrik bygga mindre installationsväggar där all rördragning och sanitetsporlin finns monterat. Installationsväggarna kan innehålla vatten- och avloppsstammar samt spolanordning och wc-porslin. På plats sammankopplas sedan enheten till den dragning av ledningar som är gjord genom bjälklag eller vägg, se figur 5.10 (Columbi Vegg, 2008).

Det är mycket viktigt att tätskiktet i våtrum är intakt eftersom det ska skydda konstruktionen från fuktangrepp. För ett bra resultat bör inte tätskiktet perforeras mer än nödvändigt. Baksidan av installationsväggen är tät men när den placeras intill väggen i våtrummet ska skarven som bildas byggas över för att undvika fuktproblem. Mot golv ska det finnas en gjutsockel samt att fall ska gjutas bort från väggarna. Våtrums-kassetten fästes genom att den antingen skruvas i väggen eller att den gjuts in i betongbjälklaget (Columbi Vegg, 2008).

Det finns också väggtypen som är framtagna i betong och som avser utgöra väggen till våtrummet, se figur 5.11. På detta sätt bygger man inte dubbla väggar och behöver inte skapa enskilda schakt. Installationsväggarna bör dock inte placeras som lägenhetsskiljande vägg eftersom då särskild hänsyn måste tas till ljudisoleringen. Väggen behöver vara något tjockare än vad en bärande vägg normalt är (för dimensioner på väggar och bjälklag se kap 6). Utrymme ska finnas för avlopp, ventilation och tappvatten. Dessa rör placeras i väggen på fabriken innan gjutning sker och sedan levereras och lyftes väggen till sin rätta plats på byggarbetsplatsen. Sanitetsporlin monteras i efterhand (Strängbetong, 2008).



Figur 5.10 Installationsvägg,
(Columbi Vegg, 2008)



Figur 5.11 Installationsvägg i betong
(Strängbetong, 2008)

5.4.2 Våtrumsvolymer

Framställning av enheterna sker efter ritningar från arkitekten. Det är betydelsefullt att beställaren tidigt i projekteringen talar om för arkitekten och andra inblandade parter vad man förväntar sig av våtutrymmet. För att uppnå en effektivisering av tillverkningen skapas endast mindre variationer i utseende och planlösning. Desto fler lika badrum desto större möjligheter till ett bättre pris samt att det uppstår en inlärningsprocess hos installatörerna på byggarbetsplatsen, vilket gynnar arbetstiden för slutlig montering (Rosengren, 2008). En nackdel med de prefabricerade enheterna kan vara att man låser planlösningen för framtida förändringar (Adler, 2005).

Fördelen med fabrikstillverkning är att den lätt kan övervakas, man har god kontroll på kvaliteten i utförandet, skyddad för väder och vind samt att produktionen kan ske mera effektivt genom bättre möjligheter att planera och samordna de olika arbetsmomenten. På byggarbetsplatsen behövs således inte lika många yrkesarbetare när badrummet placerats i byggnaden eftersom de flesta arbetena redan är utförda (Rosengren, 2008).

Den största delen av inredningen i våtrummet går att få monterad på fabrik, däribland sanitetsporlin, duschblandare, handdukstork, tvättställ mm. Installationer så som el-, vatten- och avloppsledningar monteras och vattenledningarna provtrycks innan leverans. Rören samlas till stammar som leder till schakten (Partab, 2008). Eftersom monteringen utförs på fabrik finns goda möjligheter att höja kvalitén i monteringsarbetet (Adler, 2005). I figur 5.12 visas de prefabricerade modulerna uppställda på fabriken.

Ledningarna dras oskarvade från fördelningsställe till tappställe. För att kunna komma åt rören ifall någon skada skulle uppstå placeras en inspektionslucka vid fördelningsstället. Inspektionsluckan kan i kök döljas bakom exempelvis kyl eller frys medan den oftast blir synlig i badrum. Luckan behöver endast placeras på en sida av schaktet. Det arbete som sedan återstår på byggarbetsplatsen är att koppla samman ledningarna i den prefabricerade enheten till ledningarna i bjälklaget (Partab, 2008).

Våtrummen levereras lämpligen då ett bjälklag byggts färdigt och sätts sedan direkt på plats innan man fortsätter att bygga nästa bjälklag och montera ytterväggar, se figur 5.13. En fördel med att de kommer på rätt plats direkt efter leverans är att man kan undvika skador eller stölder vilket kunnat förekomma om de under en längre tid placerats vid sidan om byggnaden. Till exempel finns risk att skador uppstår på grund av regn eller kraftig vind (Rosengren, 2008).

Det krävs att det görs en nedsänkning i bjälklaget på ca 50 mm där våtrumsmodulen ska placeras. Detta innebär ett extra arbetsmoment men det ska jämföras med att det alltid behöver göras nedsänkningar i våtrum för att skapa fall i golvet (Odell, 2008)



Figur 5.12 Prefabricerade våtrum
(Partab, 2008)

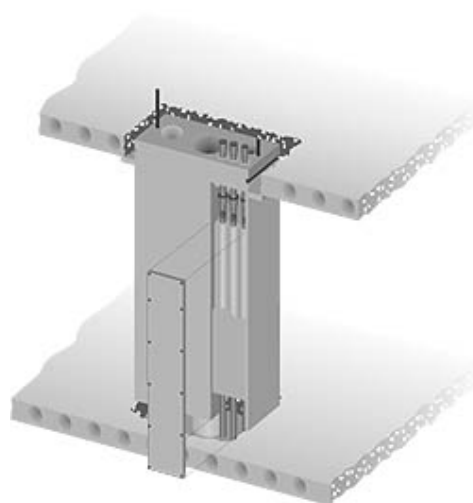


Figur 5.13 Prefabricerade våtrum
(Mellstrand, 2008)

5.4.3 Prefabricerade schakt

Det finns både lätta och tunga konstruktioner av prefabricerade schakt. Ett schakt av en lätt konstruktion kan bestå av stålreglar och aluminiumfront. Dessa schakt används gärna i våtrum och därför måste konstruktionen vara korrosionsbeständig. Det går att beställa schakt där avlopp- och tappvattenstammar är färdigmonterade. På byggarbetsplatsen behöver håltagning göras genom bjälklagen innan schakten kan placeras (LinTec, 2008).

I Finland har man tagit fram ett schakt i betong i vilket installationsdragning utförs på fabrik, se figur 5.14. Elementet levereras färdiggjutet till byggarbetsplatsen och rören och kanalerna i bjälklaget kopplas samman med de i schaktet. För att det ska vara möjligt att göra detta måste tillverkaren av betongschakten få information från projektörer om vad som skall finnas ingjutet. Detta bör meddelas i god tid före tillverkning. Betongelementet kan med fördel på plats utgöra en del av en vägg (Elpotek, 2008).



Figur 5.14 Prefabricerat betongschakt, (Elpotek, 2008)

5.5 Jämförelse med andra stomsystem

5.5.1 Prefabricerad betongstomme

Stommen kan utgöras av förtillverkade väggar, bjälklag och trapphus av betong. Skalväggar och plattbärlag är produkter som färdigställts på fabrik men som ändå betraktas som platsgjutna eftersom de kräver kompletterande betonggjutningar på arbetsplatsen. Till skillnad från dessa delar kan prefabricerade alternativ levereras till byggarbetsplatsen och där endast byggas samman med övriga stomelement (Strängbetong, 2008).

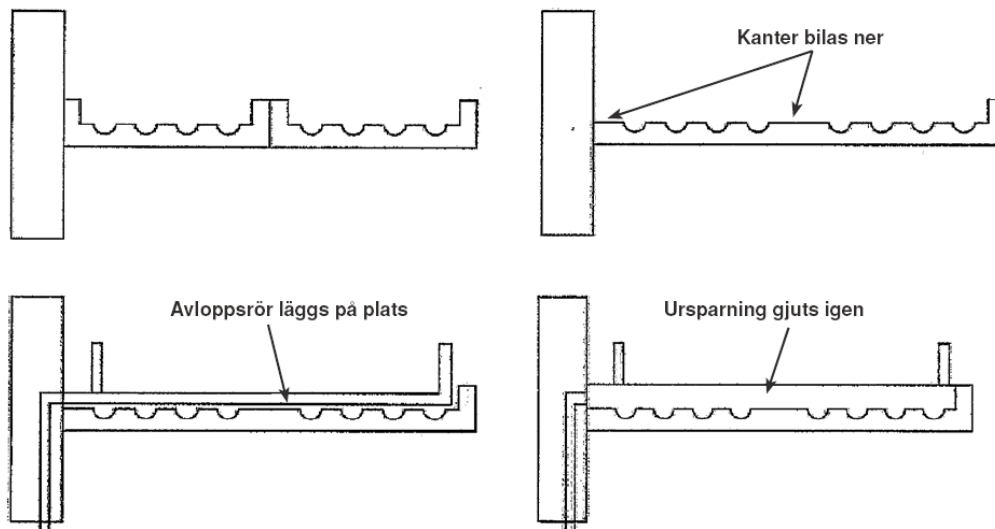
Sandwichelement är exempel på en ytterväggstyp som är prefabricerad. När ett sådant element levereras återstår endast fogning innan det är en del av klimatskalet. Till bärande innerväggar används normalt homogena betongväggar och bjälklag utgörs ofta av håldäckselement, s.k. HD/f-element. Både väggar och bjälklag finns att beställa i varierande storlekar och tjocklekar. Det går även att beställa element med öppningar för dörrar och fönster efter önskemål samt att påverka ytstruktur och färgning. Med ingjutna tomrör i väggen kan det förberedas för el-dragning (Strängbetong, 2008).

Håltagning i HD/f utförs av tillverkaren på fabrik. Hålen bör vara rektangulära och helst endast ha bredden av en kanal i bjälklaget. De ska gärna ha utsträckning i elementets längdriktning. Om hålstorlekarna är de samma och om de koncentreras till vissa områden kan arbetet rationaliseras. Ett alternativ om man använder håldäcksbjälklag är att i utrymmen där fall behöver gjutas, t.ex. badrum, ersätta bjälklaget med platsgjuten platta eller med plattbärlag. Det är lättare att gjuta fall med dessa metoder jämfört med håldäck (Hamrebjörk, 1994).

El är den enda installation som kan gjutas in i bjälklaget om HD/f används. Rören placeras då uppe på bjälklagen och täcks sedan av betong vid övergjutning. Det kan vara svårt att tillräckligt täcka rören med betong eftersom håldäcken ofta är något överspända när de placeras i byggnaden. Övriga installationer som ska dras horisontellt måste förläggas i undertak eller i installationsgolv (Hamrebjörk, 1994).

I ett samarbetsprojekt mellan PEAB och Svenska byggbranschens utvecklingsfond, SBUF, har det genomförts försök med att göra ursparingar i håldäckselement, se figur 5.15. Dessa ursparingar hade till syfte att göra det möjligt att gjuta in avloppsrör istället för att använda undertak. De ursparade elementen levererades till byggarbetsplatsen, avloppsrören placerades på rätt plats och sedan göts elementet igen. En fördel som kunde ses med detta arbetssätt var att avloppsrören kunde vara i PVC istället för brandklassade rör, vilka är betydligt tyngre. Detta underlättade arbetet för montören samt att pengar sparades på materialvalet. Det behövdes inte heller anlitas någon underentreprenör för att utföra håltagning och man kunde spara takhöjd genom att inte använda undertak. Däremot krävdes att bjälklagen stämpades till dess att de var igengjutna och tillräckligt hållfasthet uppnått samt att elementens spännvidd behövde minskas för att dess bärighet skulle vara god under hanteringen. Att använda undertak ger större möjligheter till kanal- och rördragning än vad som

ges om de ska gjutas in. Det innebär att projekteringen behöver vara väl utförd då ändringar är svåra att genomföra (Jönsson och Helldahl, 2008).

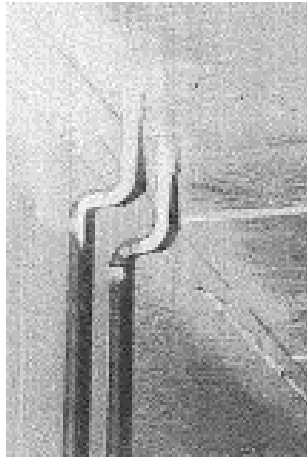


Figur 5.15 Arbetsgång för placering av avloppsrör i håldäcksbjälklag, (Jönsson och Helldahl, 2008)

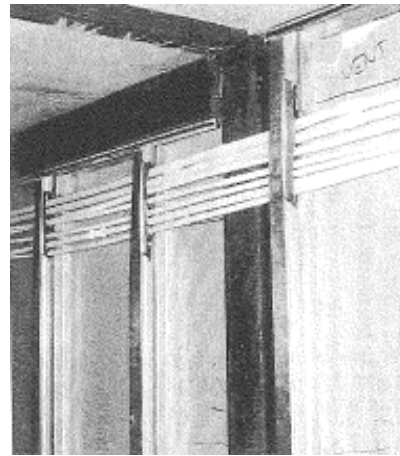
5.5.2 Stål- och betongstomme

En bostad med stålstomme kan bestå av varierande stomlösningar men ofta förekommande är fasadpelare av VKR-profiler och balkar av I, Z eller C profiler. Pelare i den inre bärlinjen utförs normalt som H-profiler och balkar av MSI-balkar eller hattbalksprofiler. Bjälklaget kan utgöras av plattbärlag, håldäck eller någon form av samverkansbjälklag. Plattbärlag är det alternativ som är vanligast förekommande för bostadsbyggande medan HD/f-bjälklag ofta används i kontor. Det som skiljer stål från annat material är bland annat att det måste brandskyddas. Brandskydd kan utgöras av inklädnad eller med speciellt framtagen målning (Hamrebjörk, 1994).

Problem med samordningen mellan stomme och installationer invid fasad kan uppstå då vertikala rör till radiatorer ska passera fasadbalken. I figur 5.16 illustreras detta. Balken måste vara inbyggd i ytterväggen för att lämna utrymme för rören att passera längs väggen utan att behöva krökas runt balken. Normalt sett är inte balken dimensionerad för att klara samma laster med håltagning i flänsen. Lämpligast samlas rören till vertikala stammar i hörn för att vara så diskreta som möjligt. Även de horisontella dragningarna kan orsaka bekymmer, se figur 5.17. Detta inträffar då de behöver passera pelare i ytterväggen eller genom en lägenhetsskiljande vägg. Om pelaren i väggen inte kan byggas in tillräckligt måste rören krökas även här. Då en lägenhetsskiljande vägg passerar uppstår problem med ljudisolering. Ett förslag till lösning är att varje lägenhet har eget schakt (Hamrebjörk, 1994).



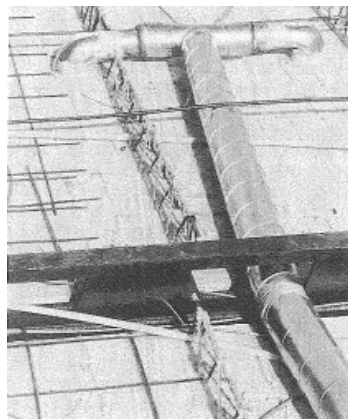
Figur 5.16 Balk i fasad
(Hamrebjörk, 1994)



Figur 5.17 Pelare i yttervägg
(Hamrebjörk, 1994)

Ett annat problemområde som är gemensamt för många olika stomsystem är schakten. Här ligger ofta svårigheten i att det inte tydligt framkommer vilket utrymme som installationsprojektören verkligen har till sitt förfogande. Om större schakt skall användas måste det finnas en balk runt öppningen i bjälklaget. Balkens flänsbredd redovisas inte alltid och missförstånd kan då uppstå. Generellt gäller att projekteringen måste vara mycket noga utförd om håltagning ska utföras av bjälklagstillverkare (Hamrebjörk, 1994).

Plattbärlagen läggs ofta upp på flänsarna till en hattbalk i den inre bärlinjen, se figur 5.18. Om exempelvis schakt och tappställe placeras på var sin sida om balken måste det finnas möjlighet att passera denna. För att komma runt problematiken har det tagits fram balkar där det finns hål i livet, igenom vilka installationer kan dras. Till exempel används idag MSI-balk. Installationer får utan större problem plats i bjälklaget och därför blir inte undertak eller installationsgolv nödvändigt (Hamrebjörk, 1994).



Figur 5.18 MSI-balk (Hamrebjörk, 1994)

5.5.3 Massiv trästomme

Bostäder byggda av trästomme består av väggar i massivträ eller med träregelsystem och av bjälklag i form av plattbjälklag, kassettbjälklag eller samverkansbjälklag. Stomsystemet kan baseras på bärande ytterväggar eller med ett pelar-balksystem, se figur 5.19 och 5.20. I det sistnämnda fallet utgörs balken vanligen av en stål balk med I-profil och pelaren av limträ. Ett pelar-balksystem används då stora fria ytor eftersträvas, exempelvis i kontorsbyggnader. Stabiliseringen av byggnaden löses med skivverkan eller med strävor (Massivträ Handboken, 2006).



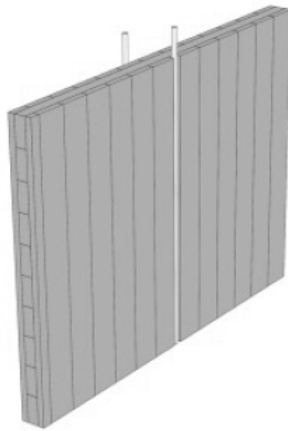
Figur 5.19 Massiva väggar och bjälklag (Massivträ Handboken, 2006)



Figur 5.20 Pelar - balksystem (Massivträ Handboken, 2006)

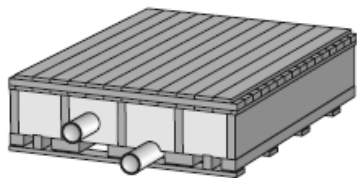
Ett plattbjälklag består av träskikt som är limmade i två olika riktningar. Detta medför att plattan blir styvare och mindre känslig för fuktpåverkan. Samma fenomen utnyttjas i kassettbjälklaget. Förutom en flerskiktsskiva är denna bjälklagstyp även uppbyggd av liv och undre fläns av limträ. Eftersom materialet trä skiljer sig väsentligt från betong vad det gäller ljuddämpande förmåga blir detta en avgörande faktor när stommen ska samordnas med installationerna. Däremot blir det enklare att utföra infästningar och håltagningar (Massivträ Handboken, 2006).

I massiva väggar kan el-dragningen ske genom att det fräses ut plats för rör längs väggen, se figuren nedan. Eventuellt kläs sedan väggen med en skiva av gips. Även vattenrör kan dras längs väggen men detta under förutsättning att läckage kan ledas ut och lätt upptäckas. I övrigt förläggs vertikala stammar av rör och kanaler i schakt (Massivträ Handboken, 2006).

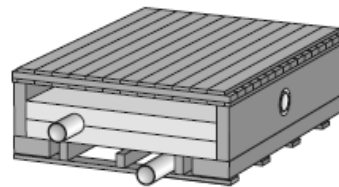


Figur 5.21 Massivträvæg med spår för el
(Massivträ Handboken, 2006)

Vid användning av plattbjälklag, se figur 5.22, eller kassettbjälklag utnyttjas ofta undertak för att göra plats för installationer. Det är möjligt att bygga in kanaler mellan liven i kassettbjälklag, vilket visas i figur 5.23. Detta förutsätter att kanalerna ska dras längs elementens bärriktning eftersom det inte är lämpligt att göra genomföringar i liven. Om samarbetet mellan byggkonstruktör och installationsprojektör fungerar ska detta vara möjligt att uppnå i många fall. Då inte undertak anses nödvändigt kan man istället bygga upp övergolv som ger utrymme för installationer. Oavsett vilket system som tillämpas medför det att höjden på bjälklaget ökar väsentligt och den totala bygghöjden måste därför också ökas (Massivträ Handboken, 2006).



Figur 5.22 Installationer i kassettbjälklag
(Massivträ Handboken, 2006)



Figur 5.23 Installationer i plattbjälklag
(Massivträ Handboken, 2006)

Vid användning av undertak är det viktigt att ta hänsyn till att ljud lätt sprids mellan olika delar. Ventilationskanaler som ska förse våningen under får inte ha direkt kontakt med bjälklaget ovan utan endast fästas till undertaksstrukturen. Om istället avloppsrör placeras i utrymmet mellan bjälklag och undertak får inte rören ligga intill undertaket (Massivträ Handboken, 2006).

Det går att beställa bjälklagselement som på fabriken förses med installationsdragning. Endast sammankoppling återstår då på byggarbetsplatsen (Massivträ Handboken, 2006).

6. Sammanställning av installationers påverkan på betongstommen

Betongstommen måste anpassas efter vilka installationer som finns i byggnaden. Olika installationstekniska lösningar påverkar stombyggnaden på olika sätt men gemensamt är att hänsyn måste tas i projekteringen. Förutom de krav som de boende och beställaren ställer på installationerna gäller också Boverkets byggregler (Adler, 2005).

I Boverkets byggregler står att läsa att ett gott inneklimat ska uppnås. Detta görs dels genom installationernas funktion men också genom väggars och bjälklags utformning (BBR, 2008).

Nyckelord som behandlar stombygget kan vara:

- Projektering
- Utrymme
- Arbetsplats
- Hållfasthet
- Ljud-, Brand-, Fuktisolering
- Flexibilitet
- Tillgänglighet

Projekteringen påverkar hur genomförandet av projektet fungerar. De val som görs avseende installationer och stomme påverkar alla aktörer men på olika sätt.

Utrymmet att hyra ut eller att sälja önskas naturligtvis vara så stort som möjligt av beställaren. Hur installationerna samordnas med stommen inverkar på den uthyrbara ytan (Lingstrand, 2008).

Samordningen mellan installationer och den platsgjutna stommen ska leda till att arbetet på byggarbetsplatsen kan effektiviseras. Lösningen får inte innebära att andra yrkesgrupper hindras från att utföra sina arbeten eller att en dålig arbetsmiljö uppstår, dels under byggtiden men också under förvaltningen (Odell, 2008).

Hållfastheten påverkas då installationsdragning sker i stommen genom hål eller ursparingar samt då väggar utnyttjas som vertikala schakt. Beräkningar måste utföras för att säkerställa att det är möjligt att ta upp de hål eller ursparingar som installationer kräver (BKR, 2003).

Ljudisoleringen ska utföras noga för att undvika att ljud sprids mellan rum eller lägenheter. Rör och kanaler behöver ibland passera bjälklag eller lägenhetsskiljande väggar och då blir detta en mycket viktig punkt att beakta. Det kan också uppstå störande ljud från fläktrum och tryckstötter i rör. Ljudnivåerna måste understiga de krav som föreskrivs. Beroende på vilka omständigheter som råder så ställs olika krav på ljudnivån (BBR, 2008). Ljudisoleringen kan utföras med drevning men också genom att bygga väggar eller bjälklag tjockare (Adler, 2005).

Som tidigare beskrivit har Sverige tre ljudklasser, A, B och C. För att ett homogent betongbjälklag ska klara kraven för ljudklass C, vilket är minst 53 dB måste det vara 220 mm tjockt. För ljudklass B, 57dB, gäller att bjälklaget ska vara minst 250 mm tjockt. (Sjödahl, 2008)

Brandisolering blir aktuell för ventilationskanaler. De får inte orsaka att närliggande material antänds, dessutom ska brandgas inte kunna spridas mellan olika brandceller. Stommen ska kunna motstå brand under föreskriven tid och belastning utan att materialbrott eller instabilitetsbrott inträffar. För en byggnad med 3-4 våningsplan ska bärförmågan bibehållas under en brand i 60 minuter vid en brandbelastning av som mest 200 MJ/m² (BBR, 2008). Med denna utgångspunkt behöver en bärande betongvägg byggas minst 200 mm tjock oavsett om den är lägenhetsskiljande eller inte. Om en ventilationskanal gjutes in i ett bjälklag eller i en vägg måste minsta täcksikt vara 50 mm, dock minst det tätskikt som krävs för huvudarmeringen med tillägg av dess diameter. Även detta gäller vid 60 minuters brand (Genberg och Backvik, 1996). Det är även minsta täcksikt som är godtagbart ut akustisk synvinkel. (Sjödahl, 2008)

Isolering behövs på kalla rör för att inte kondens ska uppstå. Alla installationer med vatten ska vara utformade så att om det uppstår ett läckage ska detta tidigt kunna upptäckas och åtgärdas. I rum med avlopp gäller att ett fall ska byggas upp i golvet och att golvbrunnen ska vara fastsatt i bjälklaget. (BBR, 2008)

Flexibilitet kan uppnås om inte allt för många rum låses på grund av installationsdragning. Det kan också påverkas av att man koncentrerar installationer till bärande delar eftersom dessa inte ändras i samma utsträckning som övriga element vid en ombyggnad. (Adler, 2005)

Det måste vara möjligt att komma åt installationer under drifttiden för underhåll och eventuellt byte. För installationer finns ett system som kallas rör-i rör vilket baseras på att ett skydds rör omger ledningen eller det inre röret. På så sätt kan ett byte lättare utföras. Detta förutsätter dock att arbetsmiljöverkets regler följts så att det finns utrymme för arbete intill installationen. (Dahlblom, 1994)

7. Analys

För att kunna ha en god överblick på de tidigare beskrivna tekniska lösningarna följer här en kort sammanfattning. Första tabellen beskriver var installationer kan förläggas om de gjuts in i stommen, dvs. bärande delar. Installationerna kan förläggas i delar som gjuts på plats eller vara i prefabricerade element. Den andra tabellen beskriver de möjligheter som finns om installationerna ska vara frilagda från stommen. Då kan installationerna antingen placeras synligt eller dolda.

Eftersom vissa lösningar både kan vara en del av stommen liksom en icke bärande del är de presenterade både under *installationer i stommen* och under *installationer frilagda från stommen*.

Tabell 7.1 Installationer i stommen

Platsgjutna delar	Prefabricerade delar
Platsgjutna väggar	Schakt
Platsgjutna bjälklag	Installationsväggar
Skalväggar	Våtrumsvolymer
Plattbärlag	

Tabell 7.2 Installationer frilagda från stommen

Synliga installationer	Dolda installationer
Fullt synliga	Schakt
	Installationsväggar
	Våtrumsvolymer
	Installationsgolv
	Undertak

7.1 Förbättringsmöjligheter i byggprocessen

Det framkom av intervjuer och litteraturstudier att det ofta saknas klara direktiv för hur byggprocessen ska se ut angående en samordning av stomme och installationer. Byggherren bör redogöra för vad han förväntar sig av konsulterna och deras arbete. Ett angreppssätt som framkommit är att det med fördel finns en person som ansvarar för samordningen. Denna person bör ha kunskap om installationer och vad de ställer för krav på placering och utrymmen samt kunskap om stommen. Det är också en förutsättning att det sker en dialog mellan de olika arbetsgrupperna under hela byggprocessen för att kunna tillgodogöra sig den kunskap som de olika yrkesgrupperna besitter.

En samordning kan ske genom samgranskning där alla berörda parter bör delta för att plan för plan gå igenom byggnaden och granska kritiska snitt. Ritningar från samtliga parter samplottas och skickas ut innan samgranskningsmötet för att möjliggöra att personerna kommer förberedda. Ytterligare ett hjälpmedel är att använda standardisering avseende nomenklatur och innehåll i handlingar, förteckningar och beskrivningar.

Nyckelord för en lyckad byggprocess med hänsyn till samordning mellan stomme och installationer:

- Klara riktlinjer från beställaren till konsulter
- Bestämd redovisningsnivå
- Användande av standardisering avseende ritningar, beskrivningar samt förteckningar
- Samordningsansvarig

7.2 Analys av tekniska lösningar för samordning av stomme och installationer

De tekniska lösningar som tidigare beskrivits, analyseras här med avseende på ett antal parametrar som påverkar stombyggnaden.

Installationer i platsgjutna väggar eller bjälklag

Projektering: Det är viktigt att all placering av installationer är genomtänkt då ändringar efter gjutning generellt inte genomförs då det är mycket kostsamt.

Utrymme: Installationerna gjuts in och tar inte extra utrymme från den uthyrningsbara ytan.

Arbetsplats: Arbetet måste utföras parallellt med arbete av formning, armering och gjutning.

Hållfasthet: Beräkningar bör utföras för att ta reda på om håltagning eller ursparing påverkar stommens bärande förmåga. Beräkningarna utförs av ansvarig byggnadskonstruktör.

Ljudisolering: Betongen fungerar mycket bra som ljudisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täcksikt.

Brandisolering: Betongen fungerar mycket bra som brandisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täcksikt.

Fuktsäkerhet: Läckage kan vara svårt att upptäcka. Risken för vattenskador ökar därmed.

Flexibilitet: Det är inte vanligt att bärande delar flyttas vid en ombyggnad. Av denna anledning är det en fördel att förlägga installationer här i. Det innebär dock att det är svårt att ändra installationsdragningen om så önskas.

Tillgänglighet: Rören blir svåråtkomliga och bör utföras under förutsättning att de inte behöver bytas.

Installationer i plattbärlag och skalväggar

Projektering: Med en väl utförd projektering bör inte felaktigheter uppstå. Det är viktigt att rätt uppgifter lämnas till elementtillverkaren.

Utrymme: Installationerna gjuts in och tar inte extra utrymme från den uthyrningsbara ytan.

Arbetsplats: Flera arbetsgrupper behöver arbeta parallellt på bjälklaget. Vissa arbetsmoment kan elimineras då de är utförda på fabrik.

Hållfasthet: Beräkningar bör utföras för att ta reda på om håltagning eller ursparing påverkar stommens bärande förmåga. Beräkningarna utförs av elementtillverkaren.

Ljudisolering: Betongen fungerar mycket bra som ljudisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt.

Brandisolering: Betongen fungerar mycket bra som brandisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt.

Fuktsäkerhet: Läckage kan vara svårt att upptäcka. Risken för vattenskador ökar därmed.

Flexibilitet: Det är inte vanligt att bärande delar flyttas vid en ombyggnad. Av denna anledning är det en fördel att förlägga installationer här i. Det innebär dock att det är svårt att ändra installationsdragningen om så önskas.

Tillgänglighet: Rören blir svåråtkomliga och bör utföras under förutsättning att de inte behöver bytas.

Lätta schakt

Projektering: Det är viktigt att ett material som ska föreskrivas för användning till schakt i våtrum lämpar sig för detta ändamål, annars finns risk för exempelvis vattenskador.

Utrymme: Ett schakt tar upp en liten del av rummet. Med en genomtänkt placering bör detta inte vara ett stort problem.

Arbetsplats: Placeringen bör vara sådan att inte flera olika vinklar uppstår. Det tar då längre tid för arbetsmoment så som gipsning.

Hållfasthet: Dessa schakt utformas så att de inte är bärande och påverkar därför inte stommens hållfasthet.

Ljudisolering: Placeringen och utformningen bör vara sådan att störande ljud inte sprids.

Brandisolering: Antingen isoleras de aktuella kanalerna i schaktet eller så utförs schaktväggen för att klara kraven på brandsäkerhet.

Fuktsäkerhet: Utformningen bör vara sådan att om en vattenskada uppstår, ska denna snabbt kunna upptäckas. El och rör med vatten ska separeras.

Flexibilitet: Schakt är i allmänhet svåra att ändra. Dess placering bör vara väl genomtänkt och inte låsa planlösningen för framtida ändringar.

Tillgänglighet: Med en inspektionslucka blir rören lättåtkomliga för tillsyn eller byte.

Tunga schakt

Projektering: Tillverkaren måste få uppgifter om vad som skall vara med i schaktet samt föreskrivna dimensioner.

Utrymme: Om elementet byggs vid sidan om en annan vägg tas onödig plats upp.

Arbetsplats: Det är mycket viktigt att leveransen till arbetsplatsen sker enligt tidplan, annars kan annat arbete påverkas. Kran behövs för montering och måste vid tillfället för leverans vara möjlig att använda.

Hållfasthet: Prefabricerade betongschakt finns att beställa. Tillverkaren ansvarar för beräkningar om hållfasthet.

Ljudisolering: Betongen fungerar mycket bra som ljudisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt.

Brandisolering: Betongen fungerar mycket bra som brandisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt

Fuktsäkerhet: Läckage kan vara svårt att upptäcka. Risken för vattenskador ökar därmed.

Flexibilitet: Dessa är mycket svåra att ändra.

Tillgänglighet: Rören blir svåråtkomliga och bör utföras under förutsättning att de inte behöver bytas.

Undertak

Projektering: Om ett speciellt sorts undertak ska beställas ställs större krav på att måtten är färdiga tidigt. Vid enklare undertak kan detta lösas längre fram i projekteringen.

Utrymme: Vilken höjd som behövs på undertaket styrs av mängden installationer och deras dimensioner. Takhöjden räknas från färdigt golv till undersidan undertak.

Arbetsplats: Installationerna kan dras fritt från stommen. Att bygga ett undertak innebär ett extra arbetsmoment.

Hållfasthet: Undertak påverkar inte den bärande stommens hållfasthet.

Ljudisolering: Om annat än elledningar placeras i undertaket bör dess konstruktion dämpa ljudet från installationerna.

Brandisolering: Utformningen och materialvalet på undertaket styr den brandisolerande förmågan.

Fuktsäkerhet: Om ett läckage skulle uppstå borde detta lätt upptäckas antingen då det droppar från taket eller på grund av missfärgningar på undertaket.

Flexibilitet: Undertak kan utan större arbetsinsatser monteras ner och byggas om. Installationerna under bjälklaget blir dock kvar.

Tillgänglighet: Delar av undertaket kan demonteras och installationerna blir därmed lättåtkomliga.

Installationsgolv

Projektering: Omfattningen av installationer måste vara klar för att veta vilka krav som ska ställas på installationsgolvet.

Utrymme: Fri höjd i lägenheten minskas om installationsgolv byggs.

Arbetsplats: Installationsdragningen kan utföras mer fritt eftersom stora möjligheter finns för sidodragningar. Det innebär ett extra arbetsmoment att bygga installationsgolv.

Hållfasthet: Installationsgolv påverkar inte den bärande stommens hållfasthet

Ljudisolering: Ett övergolv medför fördelar med tanke på stomljudsisolering mot intilliggande lägenheter.

Brandisolering: Om ventilationskanaler placeras i installationsgolvet bör dessa isoleras.

Fuktsäkerhet: Det kan vara svårt att upptäcka ett läckage i ett tidigt skede. Däremot kan hål i golvet tas upp relativt enkelt. Möjligheter finns för att bygga in luckor i golvet.

Flexibilitet: Installationer kan förläggas under övergolvet med stor frihet.

Tillgänglighet: Det går att utforma golv med öppningsbara luckor. I annat fall medför det att ett större ingrepp måste göras i golvet för att komma åt installationerna.

Tunga installationsväggar

Projektering: Tillverkaren måste i ett tidigt skede få reda på krav och önskemål som ställs på installationsväggen. Kraven kan exempelvis gälla placering av sanitetsporlin eller val av kakel.

Utrymme: Om elementet byggs vid sidan om en annan vägg tas onödig plats upp.
Arbetsplats: Det är mycket viktigt att leveransen till arbetsplatsen sker enligt tidplan, annars kan annat arbete påverkas. Även till dessa element krävs kran för montering.
Hållfasthet: Installationsväggar i betong kan utgöra en del av den bärande stommen. Tillverkaren av den prefabricerade installationsväggen svarar för dess hållfasthet.
Ljudisolering: Betongen fungerar mycket bra som ljudisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt.
Brandisolering: Betongen fungerar mycket bra som brandisolering om det finns ett tillräckligt tjockt täckskikt
Fuktsäkerhet: Läckage kan vara svårt att upptäcka. Risken för vattenskador ökar därmed.
Flexibilitet: Dessa är mycket svåra att ändra.
Tillgänglighet: Rören blir svåråtkomliga och bör utföras under förutsättning att de inte behöver bytas.

Lätta installationsväggar

Projektering: Det är viktigt att ett material som ska föreskrivas för användning till installationsväggar i våtrum lämpar sig för detta ändamål, annars finns risk för exempelvis vattenskador. Om prefabricerade lätta installationsväggar ska användas är det viktigt att man tidigt i projekteringen är klar över vad som skall vara med i installationsväggen.
Utrymme: Väggen kan göras fristående och då inte ta upp mer plats än en vanlig regelvägg. Om elementet byggs vid sidan om en annan vägg tas onödig plats upp.
Arbetsplats: Ingen uppenbar påverkan.
Hållfasthet: Lätta installationsväggar av stålreglar påverkar inte den bärande stommens hållfasthet eftersom den förläggs fristående från denna.
Ljudisolering: Placeringen och utformningen bör vara sådan att störande ljud inte sprids.
Brandisolering: Installationsväggar används vanligen i våtrum och där finns sällan ventilationskanaler, vilka kan kräva brandisolering. Brandisolering ska ske om det finns ett schakt i väggen som passerar en brandcellsvägg.
Fuktsäkerhet: Utformningen bör vara sådan att om en vattenskada uppstår, ska denna snabbt kunna upptäckas. El och rör med vatten ska separeras.
Flexibilitet: En installationsvägg kan demonteras men det kan ändå kvarstå svårigheter att ändra installationsdragningen till våtrummet.
Tillgänglighet: Med en inspektionslucka blir rören lättåtkomliga för tillsyn eller byte.

Våtrumsvolymer

Projektering: Flera serier med fler repetitioner krävs för att metoden ska lämpa sig bäst.
Utrymme: Måtten på våtrummen varierar efter önskemål och tillverkare.
Arbetsplats: Det är mycket viktigt att leveransen till arbetsplatsen sker enligt tidplan, annars kan annat arbete påverkas. Kran behövs för montering. Eftersom våtrumsmodulen endast ska kopplas till schakt behöver inte fler arbetsgrupper komma till invändigt i våtrummet.

Hållfasthet: Tillverkaren svarar för hållfastheten av vårumsvolymer. Dessa kan utföras i betong och då användas som en del av den bärande stommen. Alternativt byggs den i lättare material och antas då inte ta någon last från andra våningar.

Ljudisolering: Behovet av ljudisolering beror på materialet. Betong har god ljudisolerande förmåga medan lättväggar behöver isoleras.

Brandisolering: Betongen fungerar mycket bra som brandisolering. En lättvägg behöver förses med specialtillverkade skivor för att vara brandsäkra.

Fuktsäkerhet: Installationsdragningen bör vara gjord så att läckage tidigt kan upptäckas.

Flexibilitet: Flexibiliteten bli låg då vårumsvolymer används.

Tillgänglighet: Med inspektionslucka blir rören lättåtkomliga för tillsyn eller byte.

Synliga installationer

Projektering: Inga komplicerade åtgärder behöver vidtas under projekteringen. Det finns anledning att samordna installationerna så att de samlas till stammar för en bättre estetisk lösning.

Utrymme: Installationerna tar plats i lägenheten men detta påverkar inte den uthyrbara ytan.

Arbetsplats: Arbetet kan utföras fritt från arbetet med stommen.

Hållfasthet: Synliga installationer är förlagda utanför stommen och påverkar därför inte dess hållfasthet.

Ljudisolering: Det innebär inga svårigheter att isolera synliga rör men det kan uppfattas som negativt ur estetisk synpunkt.

Brandisolering: Det innebär inga svårigheter att isolera synliga rör men det kan uppfattas som negativt ur estetisk synpunkt.

Fuktsäkerhet: Läckage kan snabbt upptäckas och åtgärdas.

Flexibilitet: Flexibiliteten ökar då det är lätt att nå rören vid en ändring.

Tillgänglighet: Det är mycket lätt att kontrollera synliga installationer.

7.3 För- och nackdelar för tre olika stomsystem med utgångspunkt från samordningsmöjligheter med installationer

Platsgjuten stomme är vanligast i flerbostadshus som byggs idag. Det finns dock andra stomsystem som också används flitigt samt de som mer sällan nyttjas. Beroende på vilket stomsystem som används så ser möjligheterna för att samordna det med installationer olika ut. Med ett platsgjutet alternativ kan man tillgodoräkna sig de fördelar som det medför att ha en tung stomme liksom om stommen är av prefabricerad betong. Utnyttjas istället stål eller trä måste detta material skyddas mot brand, det krävs mer ljudisolering samt att värmetrögheten minskar.

Nedan följer några för- och nackdelar för respektive stomsystem som påverkar samordningen med installationer.

Fördelar:

Platsgjuten betongstomme:

- Installationsdragningen kan utföras relativt fritt på bjälklaget.
- Sena ändringar innan gjutning kan utföras.
- De är möjligt att få plats med de flesta installationer. Mycket stora dimensioner på kanaler eller rör kräver eventuellt andra åtgärder.
- Fall till brunnar är lätt att skapa på platsgjutna bjälklag eller plattbärlag.
- Det går bra att få håltagning för installationer både i skalväggar och i plattbärlag utförda på fabrik.

Prefabricerad betongstomme:

- Einstallationer kan gjutas in i överbetongen på håldäckselementen.
- Under vissa förutsättningar kan kanalerna i håldäckselementen utnyttjas för dragning av avlopp eller ventilationskanaler.
- Det går bra att få håltagning för installationer både i sandwichväggar och i håldäcksbjälklag utförda på fabrik.
- Spännvidderna på bjälklagen kan bli större jämfört med platsgjutet bjälklag.

Betong- och stålstomme:

Samma förutsättning som i systemet ovan när det gäller bjälklag

Massivträstomme:

- Håltagning kan lätt utföras i bjälklag och väggar.
- Enkelt att utföra slitsar i väggar för att dölja installationsdragning.
- Installationsdragning kan förberedas av elementtillverkaren.

Nackdelar:

Platsgjuten betongstomme:

- Då håltagning utförs av plattbärlagstillverkare måste information om hålens placering och storlek meddelas så tidigt som möjligt. Sena ändringar kan vara svåra att genomföra.
- Flera arbetsgrupper måste arbeta med att dra fram installationer på bjälklag, vilket medför att risk finns för att personerna hindrar varandra i arbetet.
- Det krävs flera stämp vid platsgjutning av valv. Dessa kan vara i vägen för annat arbete. Vid klippning av armeringsstegar då ventilationsrör korsar, krävs extra stämp.

- Om ytterväggarna utgörs av utfackningsväggar och stålpelare finns i fasaden så måste hänsyn tas till dessa då ledningar skall kunna passera fritt utan att behöva krökas runt pelarna.

Prefabricerad betongstomme:

- Om inte kanalerna i håldäcket utnyttjas för installationsdragnin innebär det att man istället, måste använda undertak eller övergolv, vilket tar extra utrymme i bostaden.
- Håldäckselement är ofta överspända vilket innebär att möjligheterna att gjuta in elledningar i övergjutningen kan begränsas.
- Det är svårare att gjuta fall eftersom övergjutningen endast utgörs av ett tunnare lager betong.
- Sena ändringar i projekteringen kan vara svåra att genomföra eftersom tillverkaren av betongelementen måste ha information tidigt.

Stålstomme:

- Om inte hela balkflänsens bredd redovisas kan lätt missförstånd uppstå om tillgängligt utrymme. Detta problem kan exempelvis uppkomma vid schakt eller i fasad.
- Då plattbärlag läggs upp på stålbalkar kan problem uppstå när installationsdragningen måste passera balken. Speciellt framtagna balkar finns dock att tillgå.
- När ytterväggarna utgörs av utfackningsväggar och stålpelare finns i fasaden så måste hänsyn tas till dessa då ledningar skall kunna passera fritt utan att behöva krökas runt pelarna.

För håldäcksbjälklag gäller samma problematik som beskrivs under *prefabricerad betongstomme*.

Massivträstomme:

- Akustiska problem uppkommer då trä inte har samma ljudisolerande förmåga som betong. Rör eller kanaler måste separeras från intilliggande lägenheter golv eller tak.
- I många fall krävs att undertak eller övergolv utnyttjas för att ge plats för installationer. Detta medför att utrymme från bostaden utnyttjas.
- Installationer som förläggs mellan livet i balkarna måste följa dessa eftersom det inte rekommenderas att göra hål i balkarnas liv på grund av hållfastheten. Installationsdragningsmöjligheterna begränsas därmed.

7.4 Fallstudie

En fallstudie har gjorts av ett flerbostadshus i västra hamnen i Malmö. Studien genomförs för att utvärdera samordningen mellan stommen och installationerna. Till förfogande finns listor beskrivande installationer, samt ritningar över tre lägenheter på plan 2 i byggnaden. Både konstruktions- och installationsritningar finns att tillgå.

Stommen består av 250 mm bjälklag (plattbärlag) samt 200 mm platsgjutna innerväggar av betong. Även gavelväggarna är bärande. Övriga ytterväggar är utfackningsväggar med tegel- eller skivbeklädnad. Varje lägenhet utgör en egen brandcell. Storleken på de studerade lägenheterna är 60 m², 93 m² samt 114 m².

Tabell 7.3 Följande installationer finns i lägenheterna

Installationer	Horisontell plac.	Vertikal plac.	Dim. (mm)
Värmerör	Ingjutna i bjälklag	Schakt	12
Tappvatten	Ingjutna i bjälklag	Schakt	12-15
Spillvattenrör	Ingjutna i bjälklag	Schakt	75-110
Ventilationskanaler	Ingjutna i bjälklag	Schakt	125-160
El,tele,data	Ingjutna i bjälklag	Schakt	16

Huset har frånluftsventilation där frisk luft tas in genom öppningar i fasaden invid radiatorerna. Frånluftsdon finns i kök samt badrum och tvättrum. Värmerören kommer upp genom schakt och förser sedan varje radiator.

Utvärdering av installationsdragningen i byggnaden görs utifrån tidigare använda nyckelord för att lättare kunna se likheter och skillnader.

Projektering: Samtliga horisontella installationer är ingjutna i plattbärlaget. En samordning för att dessa ej ska kollidera med varandra eller med stommen är nödvändig. Det är också mycket viktigt att en väl utarbetad tidplan följs under arbetets gång. Om någon drabbas av försening kan detta få följder för andra arbetsgrupper. Det förekommer flera mycket långa tappvattenledningar vilket medför att det kommer att dröja innan varmt vatten kan fås ur kranen i kök eller badrum.

Utrymme: Installationerna får plats i plattbärlaget som efter pågjutning bygger 250 mm. Största dimension på installationer i bjälklaget är 125 mm. Flera olika schakt används för att separera installationer med vatten från övriga rör och kanaler. De flesta schakten är förlagda i klädkammare. Här tar de en del av utrymmet men det är ändå en diskret lösning då personer inte vistas i detta rum under längre perioder. Det förekommer också lösningar då rör dras i fristående installationsväggar. Det inträffar vid ett antal punkter att flera installationer måste korsas.

Arbetsplats: Flera arbetsgrupper behöver samsas om utrymmet på plattbärlagen för att dra installationer.

Hållfasthet: Den enda byggnadsdel som påverkas av installationsdragningen är bjälklaget. Det är här upp till byggnadskonstruktören att se till att håltagningen är möjlig att genomföra innan respektive konsults önskemål skickas iväg till plattbärlagstillverkaren.

Brandisolering: Inga vertikala brandcellsväggar bryts av installationer. Det måste dock utföras brandtätning av schakt.

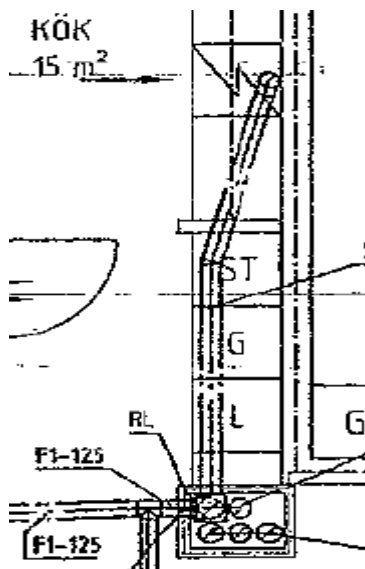
Fuktsäkerhet: Samtliga installationer är ingjutna i betong och det blir därför svårare att upptäcka läckage. Toalettstolen är golvmonterad vilket inte rekommenderas av fuktexperter. De ser hellre att toalettstolen är vägghängd.

Flexibilitet: De flesta schakten är placerade intill bärande väggar och dess placering borde därför inte utgöra några stora hinder vid en ombyggnad av lägenheterna. Detta beror på att man sällan flyttar bärande delar eftersom det innebär en stor mängd arbete jämfört med att riva och bygga om lättväggar. Installationsväggen som är fristående kan utgöra ett problem vid en eventuell ombyggnad.

Tillgänglighet: Då installationerna är ingjutna innebär det svårigheter att komma till för att reparera eller byta delar. Det finns dock inspektionsluckor föreskrivna vilket medför att kopplingar kan nås.

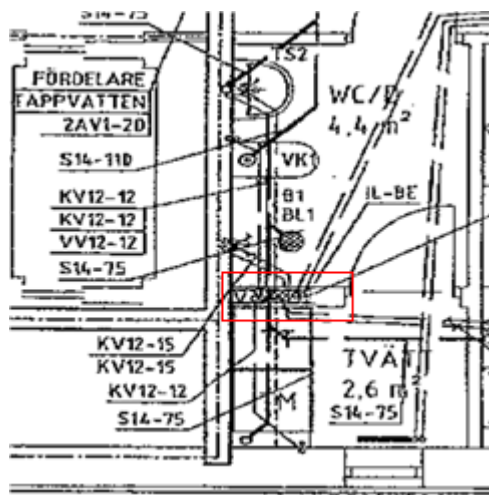
Vidare görs en utvärdering om det är möjligt att använda andra lösningar för installationsdragningen. Exempelen visas genom att delar av installationsritningar valts ut. Fullständiga ritningar redovisas i Bilaga 2.

I det studerade fallet är samtliga horisontella installationer ingjutna i betongbjälklagen. Här skulle man kunna använda antingen undertak eller installationsgolv men då med en viss förlust av höjd i lägenheten. I köket är ventilationskanalen ingjuten i bjälklaget precis ovan linneskåp, garderob, städsåp och köksinredning. Det skulle vara möjligt att låta kanalen gå under det ovanliggande bjälklaget och istället kläs in, se figur 7.1.



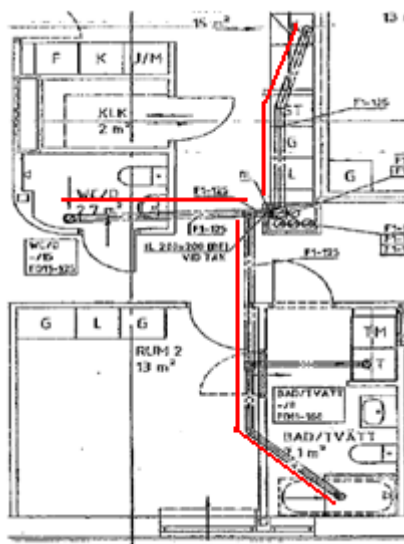
Figur 7.1 Ventilationskanaler från schakt till kök.

Prefabricerade lösningar för vertikal installationsdragning bör vara möjlig att använda. Det finns en fristående vägg som skulle kunna utgöras av en prefabricerad installationsvägg som i stället skulle sträcka sig längs den bärande väggen, se figur 7.2. Då skulle dessutom möjlighet ges till att ha en vägghängd toalettstol.



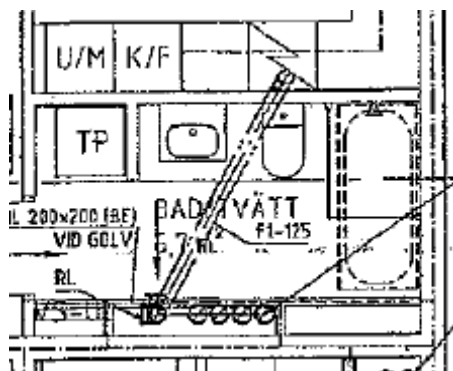
Figur 7.2 Installationsvägg i WC/D och tvätt

Då ventilationskanaler ska placeras på plattbärlag behöver delar av de armeringsstegar som finns sedan tillverkningen klippas bort. Detta resulterar i att bjälklaget måste stämpas för att hållfastheten skall tillgodoses före, under och efter gjutning. Dessa stämp tar extra plats och kan vara i vägen för annat arbete. Dragningen av nedan visade ventilationskanaler medför att just detta inträffar. Sidodragning av ventilationskanaler bör i största mån undvikas.

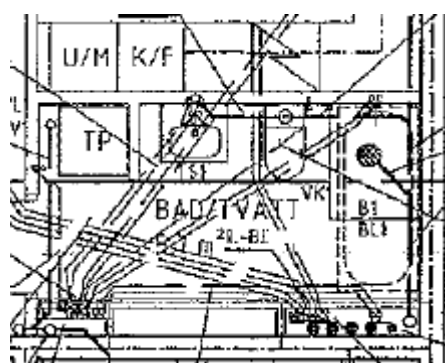


Figur 7.3 Sidodragning av ventilationskanaler

Det är mycket viktigt att projekteringen utförs noggrant. Dessa ritningar, figur 7.4 och 7.5, på ventilation och vs tyder på att någon samgranskning inte gjorts. Det kommer att bli mycket svårt att få plats med samtliga installationer i bjälklaget och problemet kommer kanske först att upptäckas ute på arbetsplatsen och då ta extra tid att åtgärda. Våningen ovan har samma planlösning som det studerade planet.

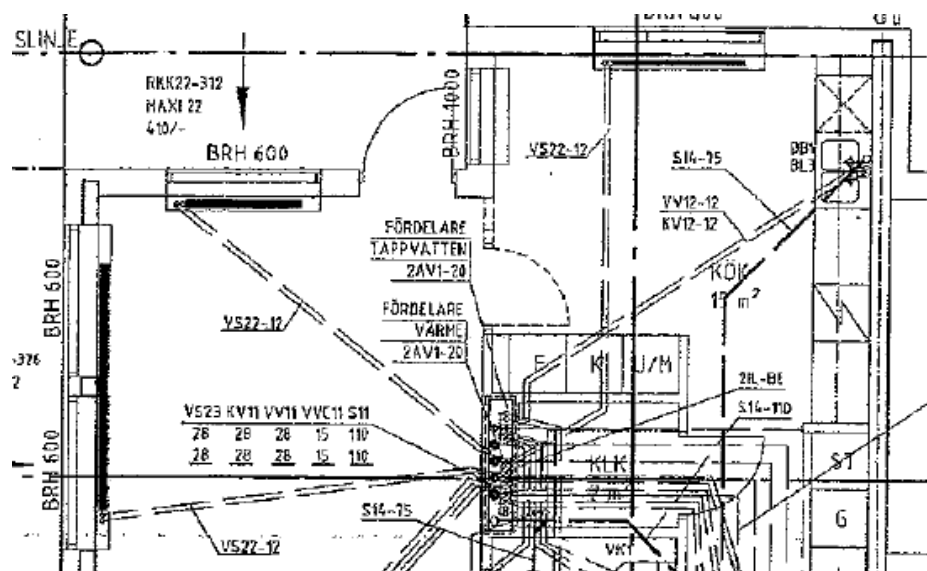


Figur 7.4 Ventilationskanal i bad/tvätt



Figur 7.5 vs i bad/tvätt

Radiatorerna förses med vatten på ett sådant vis att väldigt många och långa ledningar måste gjutas in, se figur 7.6. Det skulle kanske vara aktuellt att koppla radiatorerna på ett annat sätt för att undkomma problemet.



Figur 7.6 Värmerör från schakt till radiatorer

8. Diskussion

För att kunna presentera en slutsats av projektet är det viktigt att poängtera att det finns ytterligare litteratur på området men att en begränsning av nedan angiven litteraturlista gjorts på grund av tidsbristen som ett 20 veckors arbete medför. Författaren anser att den mängd litteratur och kvalitén av den samma är tillräcklig för att kunna skaffa en god uppfattning av vilka problem och möjligheter som föreligger. Vidare ska nämnas att de svar som intervjuerna givit inte kan gälla för alla inom branschen. Åsikter påverkas av företag, erfarenhet och kunskap. De utvalda personerna har dock mycket erfarenhet och kunskap om projekt med flerbostadshus av platsgjuten betong och deras svar kan därför anses tillförlitliga. De tekniska lösningar som presenterats i arbetet påverkas av vilka tillverkare som står bakom. Det finns många varianter av systemen och endast ett fåtal varianter har tagits upp i arbetet. Däremot anser författaren att de täcker de lösningar som är vanligast förekommande.

8.1 Byggprocessen

Det är tveksamt om det finns projekt där problem inte uppkommer under byggprocessen. Under intervjuerna har personerna fått besvara frågor som rör hur ofta problem uppstår i samordningsprocessen och i så fall vilka dessa är. Svaren har varierat mycket. Det kan vara så att arbetsgrupperna påverkas olika då fel i exempelvis håltagning sker och av denna anledning upplevs felet som mer eller mindre allvarligt. Många tror att samordningen fungerat betydligt bättre om det utsetts en person som varit ansvarig, men samtidigt påpekar de att det sällan inträffar.

Några företag har tydliga riktlinjer om hur projekten ska skötas och vad som ska finnas med. Dessa riktlinjer gäller för flera projekt och uppfattningen är att det skapar en större förståelse bland konsulterna om vad som förväntas utav dem.

Över lag finns en mentalitet som ofta resulterar i att man gör som man alltid gjort och att problemen löses efter hand. Tron på att det finns en potential för prefabricerade lösningar är låg.

8.2 Tekniska lösningar

Alla de tekniska lösningar som har behandlats i detta examensarbete har både positiva och negativa effekter. Frågan som i detta examensarbete ska besvaras är om lösningarna medför att det kan ske en rationalisering av stombyggandet.

Den allra vanligaste lösningen är att installationerna gjuts in. Ett flertal fördelar så som brand- och ljusisolering medföljer men det innebär också att fler arbetsgrupper ska komma till för att samsas om utrymme både för material och för arbete. Det krävs extra med stämp som kan hindra arbete och yrkesgrupperna måste följa en noga genomtänkt tidsplanering för att inte stå i vägen för varandra. Arbetsmetoden är väl utvecklad men fortfarande finns anledning att titta på rationaliseringsmöjligheter.

Ytterligare ett område som bevisats ha stor potential för fortsatt utveckling är armeringen (Lindén och Wahlström, 2008).

Då man väljer att använda skalväggar eller plattbärlag förlorar man möjligheten till sena ändringar som hade varit lättare att genomföra om ett platsgjutet alternativ valts. Det innebär dock inte att det ska rekommenderas att ha ändringar i ett sent skede eftersom dessa oavsett påverkar arbetsgången. Det arbete som inte behöver göras om man jämför med halvprefabricerade element är formning och håltagning. Dock skall installationsdragningen ändå utföras och tiden att dra installationer på plattbärlag jämfört med på platsgjutet bjälklag bör vara lika.

Vertikala installationer förläggs ofta i schakt och det är svårt att ta fram någon anledning till att detta behöver ändras. Med en bra och tydlig projektering bör dess placering och mått inte utgöra något hinder. Det är en mycket stor fördel att man genom inspektionslucka kan komma till installationer om något skulle hända. Om rör eller kanaler utförs så att de inte behöver bytas kan de förläggas i betongväggar. Tjockleken på en bärande homogen betongvägg behöver vanligtvis inte byggas till ytterligare för att rymma installationen. Den uthyrningsbara ytan påverkas således inte.

Om man istället väljer att frilägga installationerna kan förmodligen stommen byggas upp under en kortare tid men det krävs fortfarande arbete med installationerna som skall kopplas och döljas. Problematiken med håltagning i bjälklag kvarstår också.

Ett tydligt exempel på arbete som måste utföras om installationerna inte gjuts in är att bygga undertak eller övergolv/installationsgolv. Kostnaden för att bygga dessa lösningar jämfört med en ingjutning är inte utredd då det har varit svårt att få prisuppgifter från tillverkarna. Det kan dock tilläggas att för exempelvis övergolv så ska det även i detta fall läggas golvbeläggning av typ parkett eller klinker. Kostnaden för konstruktionen tillkommer alltså jämfört med traditionell golvläggning.

Även om det finns betydligt fler referensprojekt med övergolv jämfört undertak behöver detta inte betyda att det är vanligare med övergolv i bostadshus. Dessa konstruktionslösningar används på olika sätt. Exempelvis används undertak ofta i kök eller badrum och då för att av estetiska skäl fälla in belysning. Ett sådant tak kan byggas upp av en enkel konstruktion. De undertak som presenteras på tillverkarnas hemsidor klarar ofta höga krav avseende ljuddämpning, vilket det inte alltid finns behov för i bostadshus. Det verkar inte vanligt förekommande med undertak i hela lägenheter som ska kunna innehålla en stor mängd installationsdragningar.

Installationerna kan förläggas utanför stommen i s.k. installationsväggar i bland annat våtrum. Fördelen blir då att rören blir lättåtkomliga men samtidigt medför det att ytan i rummet minskar eftersom dubbla väggar byggs. Installationsväggen kan byggas fritt från stommen men då krävs åtgärder för att dämpa ljudet från tryckslag i rören.

För att det ska vara lönsamt med prefabricerade lösningar krävs att det sker en stor upprepning. Denna effekt kan vara svår att uppnå i bostadsrätter då köparna vill påverka planlösningen i deras lägenhet. Det kan vara så att denna form av industrialisering lämpar sig bättre för hyresrätter men framför allt för hotell där rummen oftast utformas lika och där behovet av moduler är större. För alla prefabricerade lösningar gäller att leverans sker enligt avtal. En försening kan påverka andra stomrelaterade arbeten och den önskade rationaliseringen uppstår inte.

Synliga installationer är troligen bland de billigaste alternativen. Materialkostnaden är den samma men rören kläs inte in och på så vis sparas både arbetstid och pengar. Synliga installationer uppfattas ofta som negativt eftersom det inte är estetiskt tilltalande. Det finns dock flera sätt att hantera detta. Exempelvis kan rör i kök läggas bakom köksinredning. Ytterligare fördelar med att vattenrör är synliga är att läckage snabbt kan upptäckas och lättare åtgärdas. Stommen kan liksom alla andra fall där installationer inte gjuts in fortare färdigställas och en tät byggnad kan uppnås tidigare.

8.3 Andra stomsystem

En väl genomförd projektering är en förutsättning oavsett vilket stomsystem som väljs. Om element ska beställas är det en förutsättning att rätt information kommer tillverkaren tillhanda så tidigt som möjligt. Samarbetesviljan konsulterna och beställaren emellan måste finnas under projektets tid. Flera av problemområden är lika i de beskrivna stomsystemen. Det gäller exempelvis kring schakt och annan håltagning i bjälklag.

Möjligheter till prefabricerade lösningar finns i samtliga fall. Håltagning i väggar eller bjälklag kan beställas av elementtillverkaren och delar kan på fabrik föras med installationer. Eftersom det är olika material i stommarna påverkas ljud- och brandisolering samt fuktsäkerheten. Detta gör att installationsdragningens möjligheter ser olika ut.

8.4 Fallstudie

Fallstudien är gjord i syfte att visa på att det ofta finns andra lösningar än de traditionella vad gäller samordningen mellan installationer och stomme. Byggnaden kan ses som representativ för andra flerbostadshus med platsgjuten betongstomme. Naturligtvis varierar installationsdragningen från projekt till projekt men denna studie bör ses som ett exempel på ett fall där det finns faktorer att ändra för att uppnå en bättre samordning. Förändringarna gäller dels tekniska lösningar men också arbetssättet under projekteringen.

Informationen om byggnaden har varit i form av konstruktionsritningar och installationsritningar samt förteckning av installationer så som rör och kanaler. Vad som inte framgår av de bifogade ritningarna är att våningen under det aktuella planet har en annan planlösning. Däremot är plan 2 till 5 lika till utseendet.

Endast några exempel är framtagna. Det finns sannolikt fler möjliga variationer av förslag till förändring.

9. Slutsatser

Traditionellt gjuts de flesta installationer in i den platsgjutna betongstommen men det finns flera andra lösningar som skulle kunna bidra till att rationalisera stombyggnadsprocessen. Lösningarna kan byggas på plats alternativt att prefabriceras.

Att gjuta in rör och kanaler innebär att flera olika arbetsgrupper måste arbeta parallellt. Om det uppstår problem för någon påverkar detta alla andra arbeten relaterade till stommen. Det är dock ett kostnads- och utrymmeseffektivt sätt att hantera samordningen. Förläggs installationerna utanför stommen tillkommer arbetsmoment så som att exempelvis bygga undertak eller övergolv. Däremot innebär det att stombyggnaden kan göras mer oberoende av installationsarbetet och därmed färdigställas tidigare.

Några mycket viktiga aspekter när installationer hanteras är att lösningarna måste vara vattenskadesäkra samt att det ska vara möjligt att nå dem för byte eller reparation. Det finns ett flertal nyckelord utifrån vilka samordningsmöjligheterna bör värderas. Det är inte heller säkert att en lösning passar till alla projekt. Att använda prefabricering är ett sätt att minska arbetet ute på byggarbetsplatsen men det kräver också att det finns flera serier med stor upprepning för att det ska vara lönsamt. Prefabricering ställer också högre krav på att projekteringen är längre framskriden i ett tidigare skede än vid platsbyggda lösningar. Detta därför att en beställning ska kunna göras i god tid. Vid prefabricering finns mycket begränsade möjligheter att göra sena ändringar.

Syftet med examensarbetet har varit att identifiera och analysera tekniska lösningar som medför att stommen kan färdigställas under kortare tid. Ett flertal alternativ har presenterats, både svenska och utländska lösningar. Det finns väldigt många olika tillverkare av de tekniska lösningarna och det går inte att säga att en lösning alltid är bra att tillämpa. Hur byggnaden ser ut och vilka krav som ställs på den påverkar vad som är rimligt att göra. Bara för att ett sätt är bra i sig går det inte att kombinera hur många olika lösningar som helst på ett och samma bygge. Det kan mycket väl vara försvarbart att lägga tid och pengar på att bygga en enstaka modul på plats istället för att ta in en prefabricerad lösning.

Helt avgörande för hur projektet fungerar är en väl genomförd byggprocess i alla dess skeden. Marknaden har länge varit överhettad och lite tid har funnits för att göra noggranna kontroller av handlingar innan de skickats vidare. Det måste finnas en tydlig struktur över hur arbetet ska göras och presenteras. Tid och pengar finns troligtvis att vinna på att utarbeta standarder angående arbetsätt men också exempelvis takhöjder, schaktplaceringar, rördragning i våtrum osv. Det måste också finnas en ambition om ständig förbättring och inte enbart förlita sig på traditionella lösningar. Det bör inte accepteras att man inte studerar kritiska snitt i förväg utan istället åtgärdar problemen efterhand som de dyker upp på byggarbetsplatsen. Det finns avancerade datorprogram där möjligheter ges att samgranska ritningar. Om inte

programmen används kan ritningarna istället samplottas för gemensam granskning. En person som ansvarar för samordningen bör utses.

Det som kan ses då andra stomsystem än platsgjutna betongstommar studeras är att liknande problemzoner finns i samtliga fall. Detta gäller schakt, ytterväggar och den inre bärlinjen. Det man kan lära av detta är att det är just dessa områden som bör gås igenom extra noga. Sedan ger materialen i de olika systemen både varierande för- och nackdelar med tanke på installationsdragningen.

Den fallstudie som gjorts visar på att det utan större ansträngning går att hitta flera olika sätt att hantera samordning av installationer och platsgjuten betongstomme. Det är svårt att avgöra vilken lösning som fungerar bäst endast utifrån ritningar men klart är att det finns varianter att välja bland.

Det finns mycket som återstår att titta på när det gäller att samordna stomme och installationer. De lösningar som är beskrivna i examensarbetet är inte djupare analyserade utifrån kostnader eller tidsåtgång. Det är inte heller utrett om sätten att dra rör eller kanaler påverkar installationernas funktion. Vidare kan det vara av intresse att närmare utreda hur byggprocessen struktureras för att ett bättre samarbete aktörer emellan ska vara möjligt.

10. Källförteckning

10.1 Internet

Aprobo, www.aprobo.com, information hämtad 2008-09-10

BetongBanken, www.betongbanken.com, information hämtad 2008-08-11

Byggnads, www.byggnads.se; information hämtad 2008-10-06

Columbi Vagg, www.columbivagg.se, information hämtad 2008-09-01

Ecophon, www.ecophon.se, information hämtad 2008-09-15

Elpotek, www.elpotec.com, information hämtad 2008-10-01

Energilotsen, www.energilotsen.nu, information hämtad 2008-11-13

Fabriksbetong, www.fabriksbetong.se, information hämtad 2008-08-12

Färdig Betong, www.fardigbetong.se, information hämtad 2008-08-11

Flex Systemväggar, www.flexsystemvaggar.se, information hämtad 2008-10-29

Geberit, www.geberit.se, information hämtad 2008-09-01

Granab, www.granab.se, information hämtad 2008-09-10

Heidelberg Cement Group, www.heidelbergcement.com, information hämtad 2008-08-12

Hünnebeck, www.hunnebeck.se, information hämtad 2008-10-13

Lindab, www.lindab.se, information hämtad 2008-11-25

LinTec, www.lintec.se, information hämtad 2008-10-01

Partab, www.partab.nu, information hämtad 2008-09-08

Strängbetong, www.strangbetong.se, information hämtad 2008-10-14

VST Nordic, www.vstnordic.se, information hämtad 2008-11-13

Wirsbo, www.uponor.se, information hämtad 2008-11-25

10.2 Tryckt material

AB Svensk Byggtjänst och Adler Peter, *Bygga Industrialiserat*, 2005

Arkitekt och Ingenjörföretagen, *Bygghandboken - omfattning och redovisningsnivå*, 1996

Backvik Bo et al, *En handbok om brandskyddsteknik för ventilationssystem*, Ventilationsbrandskydd i Stockholm AB, 1996

Boverkets Byggregler, BBR, 2008

Boverkets Betongkonstruktioner, BBK, 2004

Carlsson Curt Arne och Tuutti Kyösti, *Betongteknik*, Byggentreprenörerna, 1996

Dahlblom Mats, *Utbytbara installationer*, Institutionen för byggnadsekonomi, LTH, 1994

Genberg Håkan och Backvik Bo, *Brandskydd - en handbok i anslutning till Boverkets Byggregler av Hans Ohlsson*, Svensk byggtjänst, 1996

Gross Holger, *Energismarta småhus*, Gross Produktion AB, 2008

Gyproc handbok utgåva 6, Gyproc, 2003

Hamrebjörk Lars, *Samordning stomme och installationer - nu och i framtiden*, Stålbyggnadsinstitutet, 1994

Holme Magne Idar och Solvang Krohn Bernt, *Forskningsmetodik*, Studentlitteratur, 1991

Industrikonsortiet Massivträ, *Massivträ Handboken*, 2006

Jönsson Håkan och Helldahl Hans Fredrik, *Ursparing för avloppsrör - Sparar tid, utrymme och pengar*, SBUF, 2008

Larsson Robert, *Platsgjutna stommar för flerbostadshus*, Avdelningen för konstruktionsteknik, LTH, 2008

Lindén Fredrik och Wahlström Erik, *Uppföljning av tidsutnyttjande och byggkostnad för Platsgjuten stombyggnad*, Examensarbete, Avdelning för konstruktionsteknik, LTH, 2008

Lundström Göran, *Industrialiserat platsgjutet byggande*, Bygg och Teknik 2/07, 2007

Mellstrand Caroline, *Rationell produktion av platsgjutna stommar för flerbostadshus*, Examensarbete i byggnadsteknik, Bygghälsa, KTH, 2008

Nordstrand Uno, *Byggprocessen*, Liber, 2003

Ohlson et al, *Brandskydd - En handbok i anslutning till Boverkets byggregler*, Svensk byggtjänst, 1996

Svensk Standard SS 437 01 45, Svenska Elektriska Kommissionen, SEK, 2004

Thurén Torsten, *Vetenskapsteori för nybörjare*, Liber, 2007

VVS-installatörerna, *Rätt arbetsmiljö för montörer och driftspersonal*, VVS-installatörerna, 2002

VVS-installatörerna, *Vattenskaderapport 2005*, VVS-installatörerna, 2005

Warfvinge Catarina, *Installationsteknik AK för V*, Avdelningen för installationsteknik, LTH, 2003

10.3 Intervju

Andersson Ingvar, MVB, 2008-09-15

Frykman Andreas, Tema, 2008-09-02

Herneheim Bill, Ramböll, 2008-10-08

Jaglén Tommy, Midroc, 2008-09-10

Lingstrand Peter, Sydmark, 2008-09-02

Lundkvist Ronnie, Ramböll, 2008-10-07

Mac Donald Sara, JM, 2008-09-16

Odell Christer, PEAB, 2008-09-02

Rosengren Björn, 2008-08-12

Sandgren Anders, Ramböll AB, 2008-10-13

Timonen Toivo, VST Nordic, 2008-11-18

Wallin Stefan, Inomhusklimat S Wallin AB, 2008-10-06

10.4 Mailkontakt

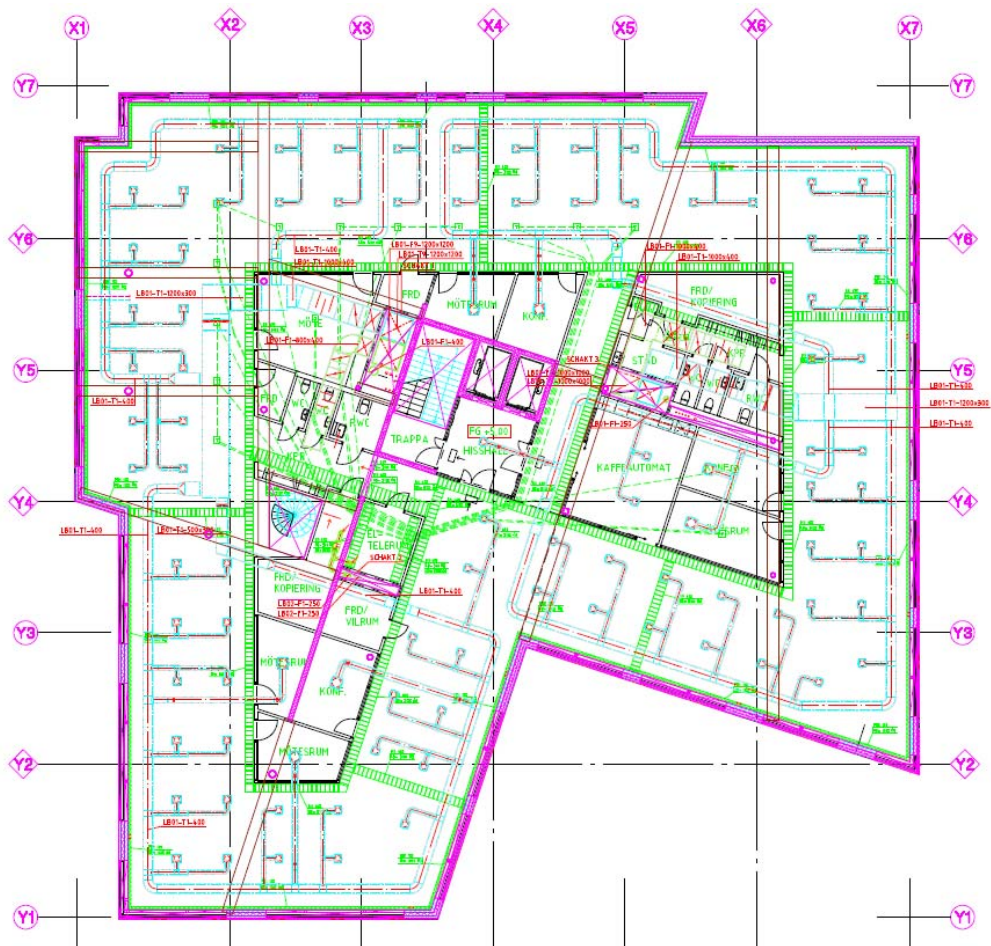
Sjödahl Eva, Tyréns, 2008-11-05

Häggström Mikael, Folksam, 2008-11-05

Bilagor

Bilaga 1

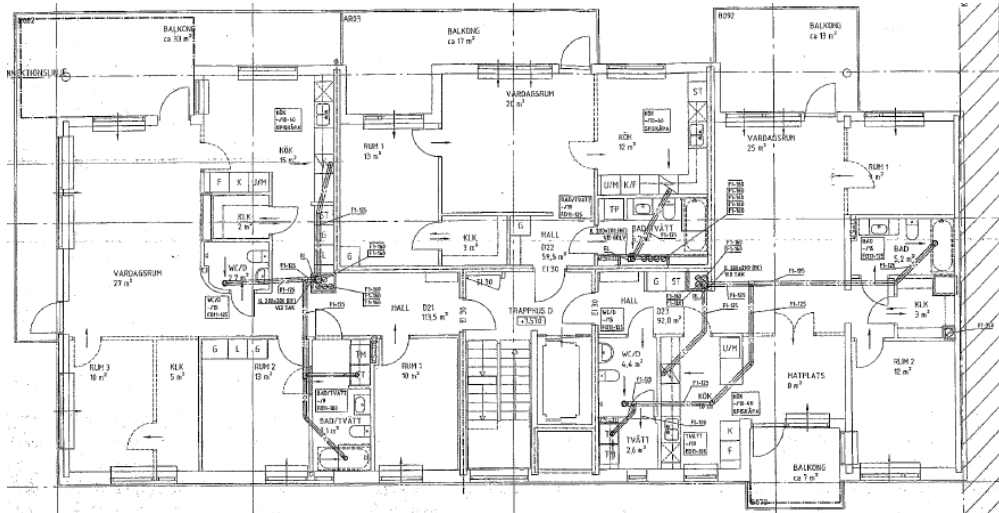
Exempel på samgranskningsritning (kontor)



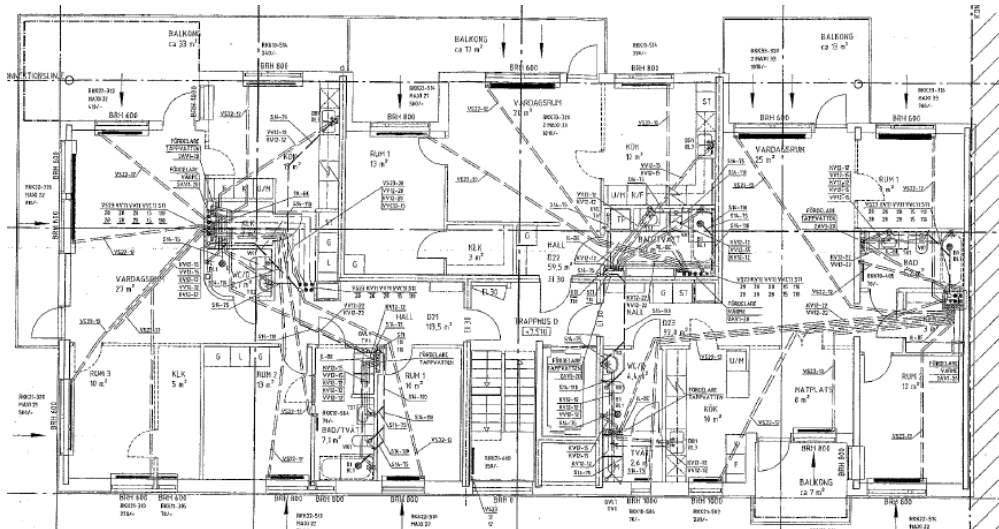
Bilaga 2

Fallstudie

Ventilation



Värme och sanitet



E1

