

Transport – lucht – integratie-aspecten

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr.ir. Peter van den Engel, Martine Verhoeven, ir. Leo de Ruijsscher, ir. John van der Vliet

1 Inleiding, luchtkanalen

Besproken wordt de integratie van luchtkanalen met andere leidingen en met het gebouw. Doordat luchtkanalen meestal de grootste afmeting hebben zijn deze het meest bepalend. Dit is van invloed in zowel horizontale als verticale richting.

1.1 Horizontaal en verticaal transport

Warmte, koude en verse lucht worden getransporteerd via leidingen en luchtkanalen. Horizontale leidingen en kanalen kunnen in verlaagde plafonds, kruipruimten, verhoogde vloeren, borstweringen e.d. worden aangebracht. Verticale leidingen en kanalen in schachten. Uiteraard kunnen leidingen en kanalen ook "in het zicht" lopen.

1.2 Bereikbaarheid

Leidingen en luchtkanalen kunnen ruimtelijk in gevels en scheidings- en draagconstructies worden opgenomen. Er zijn ook voorbeelden waarbij ze functioneel zijn geïntegreerd. Installaties moeten kunnen worden aangebracht en bereikbaar moeten blijven voor onderhoud, vervanging e.d.. In de praktijk wordt niet altijd aan deze voorwaarden te voldaan. In de volgende paragrafen wordt een vorm van ruimtelijke integratie besproken die niet ten koste gaat van de maakbaarheid en bereikbaarheid van de installaties.

1.3 Eigenschappen en aandachtspunten

Luchtkanalen worden vaak gemaakt van verzinkte staalplaat: ronde spiraal-gefelste buis voor kleine luchthoeveelheden en rechthoekige kanalen voor grote hoeveelheden (zie tabel 3-transport – lucht- dimensionering). Spiraal-gefelste buis is er eveneens in ovale vorm. Kanalen en buizen maakt men ook wel van aluminium of roestvast staal, bijvoorbeeld als condensatie wordt verwacht, zoals bij keukens en badruimten. Kunststof wordt weinig gebruikt omdat bij verwarming een hinderlijke geur ontstaat. Ronde en ovale buizen verbindt men met popnagels en dicht de naden met aluminiumtape of met weefsel versterkte kunststofftape. Kleine rechthoekige kanalen worden ook wel zo gemonteerd. Het is beter om ze - net als grote kanalen - met flenzen, pakkingen en bouten luchtdicht te verbinden. Luchtkanalen hangt men meestal met draadeinden en beugels op, zo dat ze vrij kunnen uitzetten en krimpen.

Kanalen voor verwarming en koeling worden meestal thermisch geïsoleerd. Isolatie kan ook nodig zijn om te voorkomen dat ventilator- en stromingsgeluid tot verblijfsruimten doordringt. Isolatie wordt aan de buitenzijde van de kanalen aangebracht. Vaak gebruikt men hiervoor glaswol of minerale wol in de vorm van dekens of geperste platen die zijn afgedekt met een dampremmende laag van aluminium- of kunststoffolie. Is er kans op uitwendige condensatie, zoals bij kanalen voor gekoelde lucht of buitenlucht, dan past men ook wel kunststofschuim met gesloten celstructuur als isolatiemateriaal toe. Een jaar of twintig geleden werden kanalen vaak inwendig geïsoleerd om ventilator- en stromingsgeluid in het kanaal te absorberen.

Tegenwoordig gebeurt dit niet meer vanwege het risico dat vezels uit het isolatiemateriaal losraken en in verblijfsruimten terecht komen waar ze hinder en zelfs gezondheidsklachten kunnen veroorzaken.

2 Relatie met andere gebouwinstallaties

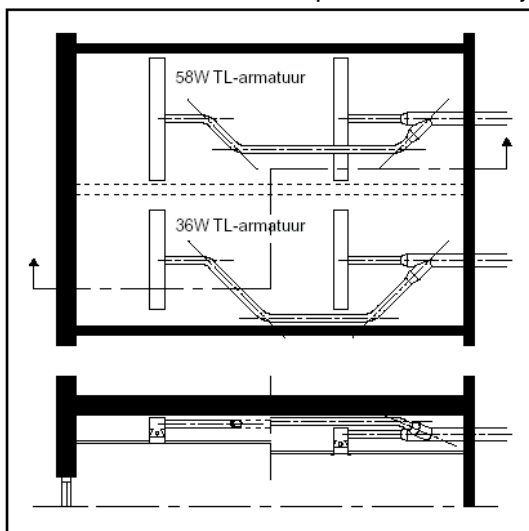
2.1 Elektrotechnische en communicatie-installaties

De voor leidingen en luchtkanalen gereserveerde ruimte is in de regel voldoende om daarin ook leidingen voor elektrotechnische en communicatie-installaties onder te kunnen brengen. Het in een schacht onderbrengen is niet altijd logisch door de plaats van schakel- en verdeelkasten en de loop van de leidingen en de plaats van aansluitpunten in het gebouw. Bovendien moeten kracht- en communicatiebekabeling ruimtelijk voldoende zijn gescheiden om interferentieverschijnselen te voorkomen.

2.2 Inbouw-verlichtingsarmaturen

Worden inbouw-verlichtingsarmaturen toegepast, terwijl boven het verlaagde plafond luchtkanalen lopen, dan kan een grotere hoogte nodig zijn dan alleen voor kanaalinbouw wordt aangehouden. Als kanalen de aansluitdozen van op een stramienmaat van 1,8 m aangebrachte armaturen van 58W "TL"-buizen moeten kruisen is een vrije hoogte nodig van ten minste 0,5 m.

Worden kortere armaturen met 36W "TL"-buizen toegepast dan kunnen de kanalen langs en naast de aansluitdozen lopen en is een vrije hoogte van 0,4 m voldoende.



figuur 1 inbouw verlichtingsarmaturen met luchtafzuiging

Als de armaturen niet rechtstreeks op het luchtafvoersysteem zijn aangesloten kan met een vrije hoogte van 0,3 m worden volstaan. In dat geval moet de ruimte boven het plafond als "plenum" zijn uitgevoerd en de lucht vanuit de ruimte via de armaturen en het plenum worden afgevoerd. De armaturen een kwartslag draaien (haaks op de gevel) om ruimte voor de aansluitkanalen te creëren is geen goede oplossing, omdat delichtsituatie daardoor nadelig wordt beïnvloed.

2.3 Binnenriolering, waterleiding etc.

Voor binnenriolering, waterleiding, (droge) brandleiding, sprinklerinstallatie etc. moet ruimte aanwezig zijn in schachten, verlaagde plafonds, e.d..

Omdat de "horizontale" leidingen van de binnenriolering op afschot moeten liggen vraagt de plaatsbepaling van deze leidingen en andere kanalen en leidingen in gezamenlijke installatieruimten om afstemming. De lucht uit toiletruimten, keukens, badruimten e.d. moet bovendaks worden afgevoerd (niet in de directe nabijheid van aanzuigroosters van de luchtbehandelingsinstallatie!). Voor de afvoerkanalen zijn schachten nodig. Vaak worden deze schachten tevens gebruikt voor de standleiding van de binnenriolering. Om het aantal schachten te beperken is het nodig om toiletten en andere "natte" groepen zoveel mogelijk boven elkaar te situeren. Voor de binnenriolering kan in eerste instantie van een standleiding met een uitwendige diameter van 200 mm worden uitgegaan (incl. isolatie). Alle andere hier genoemde leidingen hebben kleinere diameters waarvoor meestal wel plaats in leidingschachten is te vinden.

3 Integratie in de gevelzone

3.1 Schachten en leidingkokers

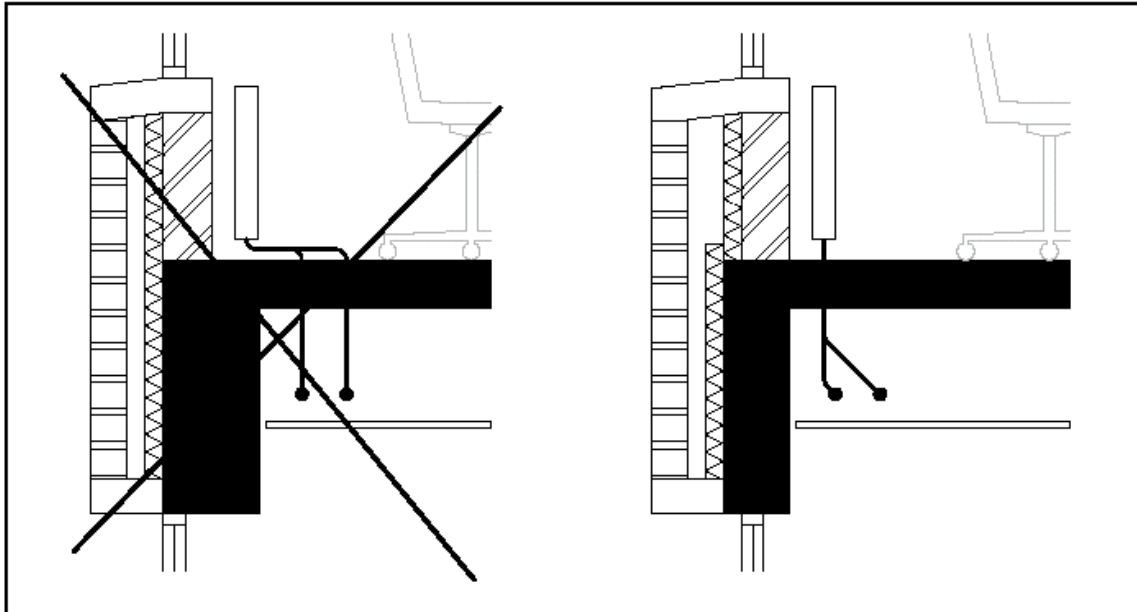
Horizontale en verticale leidingen en kanalen kunnen zowel vóór (buitenzijde) als achter de constructieve gevel lopen en soms in de gevel zelf worden opgenomen. Het laatste is minder gunstig omdat de bereikbaarheid wordt beperkt en bediening, onderhoud of vervanging moeilijk uitvoerbaar zijn. Deze vorm van integratie wordt hier dan ook niet bepleit. Leidingen en kanalen die vóór de gevel komen, kunnen in lichte niet-constructieve elementen worden aangebracht. Deze elementen vormen in dat geval horizontale of verticale schachten die het gevelbeeld sterk beïnvloeden. Kanalen kunnen ook, zoiets als goed geïsoleerd en voorzien van een stevige buitenmantel, in het zicht lopen en zeer dominant het gevelbeeld bepalen. Een extreem voorbeeld hiervan is het Centre Pompidou in Parijs.

3.2 Horizontale leidingen en kanalen

Horizontale leidingen en kanalen, die achter de gevel lopen, zijn - bijvoorbeeld ter plaatse van de borstwering - in een speciale omkasting aan te brengen. Zie bijvoorbeeld de kabinetten van de faculteit Bouwkunde bij de TU-Delft. Zo'n oplossing vraagt om een vlakke binnenzijde van de constructieve gevel en eventuele gevelkolommen die voldoende moeten terug liggen, zoals bij Bouwkunde. De relatief dunne aansluitleidingen van radiatoren worden, voorzover ze niet in de afwerklaag van de vloer worden opgenomen, vaak "in het zicht" gelegd. De horizontale leidingen kunnen onder of achter de radiatoren lopen. Bij convectoren legt men de leidingen vaak in de convectorput of schacht. De noodzaak van horizontale leidingen en kanalen ter plaatse van de borstwering, in een omkasting of in het zicht, is vaak het gevolg van een beperkte bruto verdiepingshoogte en het daardoor ontbreken van voldoende inbouwruimte in het verlaagde plafond of het ontbreken van verlaagd plafond.

3.3 Randbalken

Bij de aansluiting van radiatoren of convectoren op leidingen die onder de vloer lopen, bijvoorbeeld in verlaagde plafonds, kunnen randbalken dwingen tot het laten verspringen van de aansluitleidingen boven de vloer. Randbalken waarvan de binnenkant ongeveer in hetzelfde verticale vlak ligt als de binnenkant van de buitenwand kunnen dit probleem voorkomen (figuur 2).

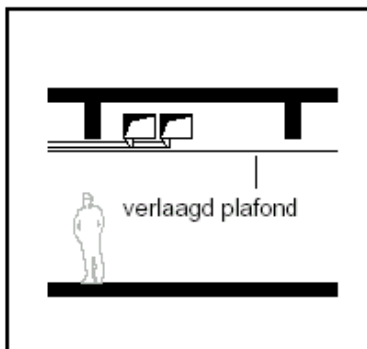


figuur 2 voorbeeld van gewenste afstemming van draag- en gevelconstructie op leidingen (of kanalen)

4 Integratie met de draagconstructie

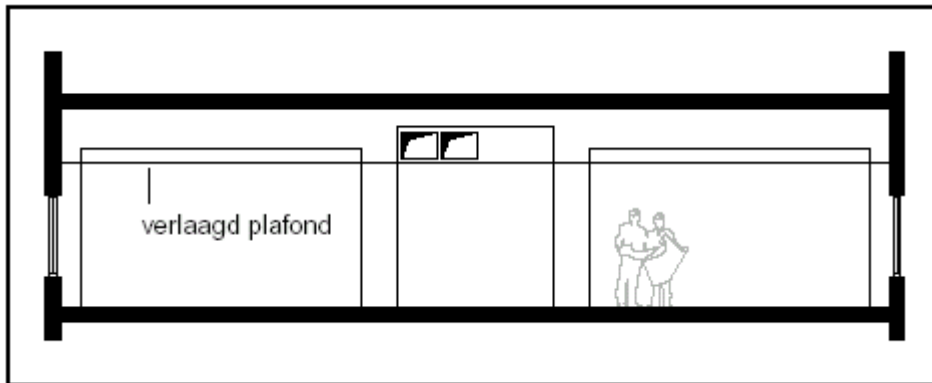
4.1 Balken

Een traditionele draagconstructie bestaat uit vloeren, balken en kolommen. Vaak wordt om een vlak plafond te krijgen onder de balken een verlaagd plafond aangebracht. Daardoor is bij deze constructie "van nature" reeds ruimte aanwezig voor horizontale leidingen en luchtkanalen. Die ruimte is voldoende als tussen de balken en het verlaagde plafond ruimte zit voor passage van leidingen en kanalen. Veel ruimte en daarmee bouwhoogte is bij dit type draagconstructie te sparen als de hoofdbalken en de hoofdkanalen evenwijdig lopen. De grootste kanalen liggen dan **tussen** de balken, terwijl alleen kleinere aftakkende kanalen de balken kruisen (figuur 3).



figuur 3 ruimtebesparing door situering van hoofdkanalen tussen de hoofdbalken

Luchtkanalen kunnen zonder vrije ruimte aan wanden of vloeren worden bevestigd. CV-leidingen moeten, om te kunnen krimpen en uitzetten, flexibel worden opgehangen. Dat vraagt hoogte. Zonder eraan te zijn bevestigd, kunnen leidingen met een minimale speling balken kruisen. Ook kunnen kanalen en leidingen balken kruisen via sparingen in de neutrale zone of met extra wapening versterkte zones van die balken. Soms kan het verhogen en/of verbreden van balken, speciaal voor het maken van sparingen, uiteindelijk tot ruimtewinst leiden. Ook is door het beperken van balkhoogten ter plaatse van korte overspanningen is vaak ruimte en - daarmee - bouwhoogte te sparen (figuur 4)



figuur 4 ruimtebesparing door het plaatselijk beperken van balkhoogte

4.2 Vlakke plaatvloeren

Vlakke plaatvloeren - vaak met grote overspanningen - en liggers die nauwelijks hoger zijn dan de vloer ("hoed-liggers") zijn een modern alternatief voor de traditionele draagconstructie. Vlakke plaatvloeren worden aantrekkelijk gevonden, mede omdat ze verlaagde plafonds overbodig zouden maken. Dit is maar ten dele waar. Vooral geprefabriceerde (kanaal-)plaatvloeren kunnen de verticale loop van leidingen en kanalen sterk beperken. Ook vloerroosters zijn niet overal te plaatsen door de (on)mogelijkheid van het aanbrengen van sparingen, in het bijzonder in de nabijheid van opleggingen. Bij in het werk gestorte vloeren (tunnelbekisting, breedplaatvloeren) kunnen meestal wel doorvoerhulzen voor CV- en koelleidingen worden aangebracht.

Een oplossing voor het sparingenprobleem in vloeren, is het zoveel mogelijk **horizontaal** verdelen van water en lucht. Kanalen en leidingen kunnen in een omkasting ter plaatse van de borstwering lopen. Op die manier ontstaat een brede "vensterbank" en kan luchttoevoer plaatsvinden via roosters in die vensterbank. Zijn de vertrekken echter meer dan twee maal hun hoogte diep, dan valt aan de toepassing van verlaagde plafonds vrijwel niet te ontkomen. Voor de toevoer en/of afvoer van lucht moet dan namelijk plafonduitlaten ("anemostaten") of lijnroosters in het plafond worden gebruikt. Ook bij minder diepe ruimten kan een verlaagd plafond nodig zijn, bijvoorbeeld als de vertreklucht (i.v.m. beperking van de koelbehoefte) via de verlichtingsarmaturen moet worden afgevoerd.

Bij kanaalplaatvloeren worden de holle ruimten wel gebruikt als luchtkanaal om geen verlaagd plafond te hoeven toepassen. Het wordt ook wel gedaan om het warmteaccumulerend vermogen van de vloermassa beter te benutten. Dit laatste kan als het om lucht-**afvoer** gaat. Lucht-**toevoer** via de kanaalplaatvloer is ongunstig omdat de holle ruimten in de vloer niet zijn te reinigen.

4.3 Verhoogde vloeren

Verhoogde vloeren worden vaak gekozen als "flexibel" alternatief voor kabelgoten. Ten opzichte van kabelgoten langs de borstwering zijn ze dat zeker. Het verschil in flexibiliteit ten opzichte van kabelgoten in de afwerklaag van de vloer of in het (verlaagde) plafond is veel kleiner. Soms kiest men verhoogde vloeren uit gemakzucht, bijvoorbeeld om bij het ontwerp niet te hoeven uitzoeken hoe de leiding- en kanalenloop enerzijds en de draagconstructie anderzijds op elkaar zijn af te stemmen. Eventuele ruimte in verlaagde plafonds blijft dan onbenut. Een nadeel van verhoogde vloeren is de vermindering van de specifiek werkzame massa (SWM) waardoor mechanische koeling nodig is of het vermogen van zo'n voorziening groter wordt. Uiteraard kunnen verhoogde vloeren ook goede diensten bewijzen, bijvoorbeeld bij computerruimten en andere ruimten met een grote hoeveelheid aansluitkabels, leidingen en kanalen.

5 Integratie met de scheidingsconstructie

Een belangrijk gevolg van leiding- en kanaalpassage door scheidingswanden is de doorbreking van de akoestische scheiding tussen de ruimten. Daarom is het gunstiger hoofdkanalen in gangen te leggen en vanuit de gang per ruimte een aansluiting te maken. Liggen de hoofdkanalen in de ruimte zelf, dan moet extra aandacht worden besteed aan de geluidsoverdracht via de kanalen. Roosters moeten worden aangesloten met dubbelwandige geluiddempende slangen met daarin een paar bochten. Vanwege geluidsoverdracht mag de afvoer van lucht via verlichtingsarmaturen en een als "plenum" uitgevoerd verlaagd plafond slechts plaatsvinden als de scheidingswanden van vloer tot vloer lopen. Passage van scheidingswanden met CV- en koelleidingen is minder kritisch, mits de ruimte tussen de leidingen en de doorvoeropeningen voldoende wordt opgevuld met isolatiemateriaal (bijvoorbeeld minerale wol). Afhankelijk van de wijze van brandcompartimentering worden er ook brandwerendheidseisen aan de doorvoeren gesteld.

6 Inbouwruimte in verlaagde plafonds, en dergelijke

6.1 Ruimtebepaling Indicatief

Bij het eerste Ruimtelijke Ontwerp is weinig bekend over de thermische eigenschappen van het gebouw. De afmetingen voor inbouwruimten van leidingen en kanalen zijn slechts ruwweg te bepalen, zoals op basis van een systeemindicatie en ervaringscijfers. Deze gegevens hebben betrekking op kantoorgebouwen:

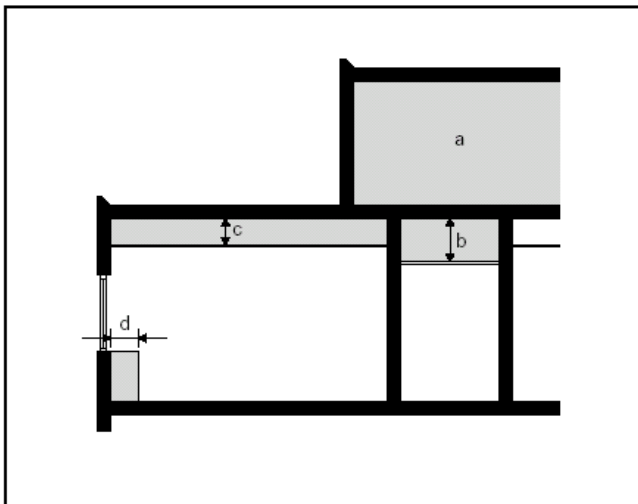
tabel 1 inbouwruimte voor verschillende klimaatregelsystemen (zie figuur 5)

Installatiesysteem	vrije hoogte in gangplafond (b) m	vrije hoogte in plafond kantoren (c) m ¹)	verloren vloerstrook (d) m
centrale verwarming	0,2	0,1	0,1
CV + mechanische ventilatie	0,4	0,2	0,1
“volledig lucht”-systeem	0,5	0,3	0,1
“lucht/water”-systeem	0,4	0,3 (0,5) ²)	0,5 (0,0) ²)

¹) hierbij is geen rekening gehouden met ruimte voor de passage van aansluitkanalen en aansluitdozen bij direct afgezogen verlichtingsarmaturen

²) bij inbouw van units in plafond

NB Tabel 1 heeft betrekking op traditionele kantoorgebouwen met vertrekken aan weerszijde van een ten minste 2,1 m brede middengang. De hoofdkanalen en hoofdleidingen liggen daarbij in de ruimte boven het verlaagde plafond van de gang. De hiervoor aangegeven vrije hoogte is nodig om aftakkele leidingen en kanalen te kunnen laten kruisen met hoofdleidingen en hoofdkanalen. Bij grote niet ingedeelde verdiepingsvloeren, zoals bij kantoorruinen, moet de gehele ruimte boven het verlaagde plafond een vrije hoogte moeten hebben zoals in tabel 1 voor het gangplafond is aangegeven.



figuur 5 inbouwruimte voor verschillende klimaatregelsystemen

6.2 Ruimtebepaling Globaal

Bij het Voorlopig Ontwerp is de benodigde ruimte voor inbouw van horizontale leidingen en kanalen vaak te bepalen op basis van te schatten leiding- en kanaalafmetingen. Van luchtkanalen is de inwendige diameter of (bij rechthoekige doorsnede) de inwendige hoogte te schatten. Zie hiervoor de tabellen 2 en 3 en voorbeeld 1. In deze tabellen zijn de **inwendige** maten aangegeven. Toevoerkanalen voorziet men meestal van uitwendige thermische isolatie, waardoor de **uitwendige** maten ca. 50 mm groter worden. Verder is ten minste 100 mm nodig voor de ophanging (isolatie valt hier binnen). Voor kruisende aftakkingen moet ten minste 250 mm bij de inwendige diameter of hoogtemaat van het (hoofd)kanaal worden opgeteld. De ruimte voor de ophanging en isolatie valt daarbinnen.

6.3 Ruimtebepaling Fijn

Het Definitief Ontwerp biedt de laatste kans om de inbouwruimte voor de horizontale kanalen en leidingen goed op het gebouwontwerp af te stemmen. Te kleine inbouwruimte geeft vaak montageproblemen of er moeten kleinere kanalen worden toegepast dan noodzakelijk, met als gevolg hoge luchtsnelheden en hinderlijk stromingsgeluid. Stromingsgeluid is niet afdoende te dempen als inbouwruimte voor dempers ontbreekt of toevoer- en afvoerroosters van de te ventileren ruimten dicht bij de hoofdkanalen zitten. Te veel inbouwruimte, bij voorbeeld in verlaagde plafonds, kan tot een onnodig grote verdiepingshoogte en daardoor onnodig hoge bouwkosten leiden. Een redelijk nauwkeurige bepaling van de inbouwruimte is mogelijk door de diameters van leidingen en kanalen te berekenen op basis van de warmte-, koel- en verselucht-behoefte. Dit is feitelijk een taak voor adviseurs en installateurs. Omdat de inbouwruimte mede de verdiepingshoogte bepaalt en de verdiepingshoogte de bouwkosten sterk beïnvloedt, zien gebouwontwerpers het bepalen van de inbouwruimte in verlaagde plafonds vaak als hun eigen taak.

7 Schachtruimte

7.1 Ruimtebepaling Indicatief

Bij het eerste Ruimtelijke Ontwerp, als nog weinig bekend is over de thermische eigenschappen van het gebouw, zijn de afmetingen van schachten voor kanalen en leidingen slechts indicatief te bepalen. Voor de doorsnedeoppervlakte van schachten voor kanalen wordt als vuistregel meestal 2% van de vloeroppervlakte van één verdieping genomen. Voor 8 à 10 verdiepingen is 1% van de vloeroppervlakte vaak voldoende. In die schachten is, naast de kanalen, meestal plaats voor verwarmings- en koelleidingen. Rekening houdend met de zonering van de luchtbehandeling, moet de schachtruimte over de oppervlakte van het gebouw worden verdeeld. Dat betekent in het algemeen dat schachten niet meer dan twee maal 35 à 40 m van elkaar verwijderd mogen liggen.

7.2 Ruimtebepaling Globaal

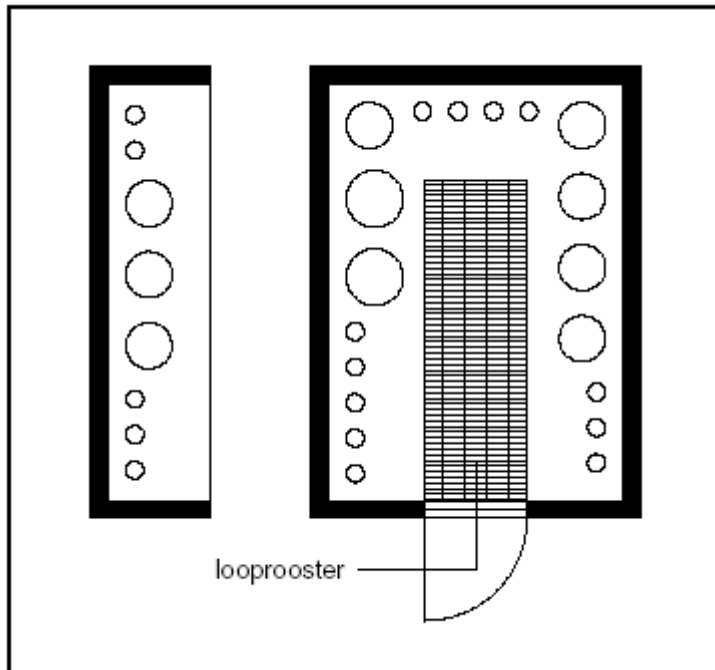
Bij het Voorlopig Ontwerp worden de afmetingen van schachten voor leidingen en kanalen meestal niet nauwkeuriger bepaald dan bij het eerste Ruimtelijke Ontwerp. Mede omdat de afmetingen geen grote invloed hebben op de indeling van het gebouw. Wel moet de plaats van de schachten nauwkeuriger op de dan bekende gebouwindeling zijn afgestemd en moet de zonering van de luchtbehandeling bekend zijn.

7.3 Ruimtebepaling Fijn

Het Definitief Ontwerp biedt de laatste kans voor een goede afstemming van de schachten op het gebouwontwerp. Daarvoor moeten de leiding- en kanaaldiameters bepaald zijn op basis van de berekening van de warmte-, koel- en verselucht-behoefte.

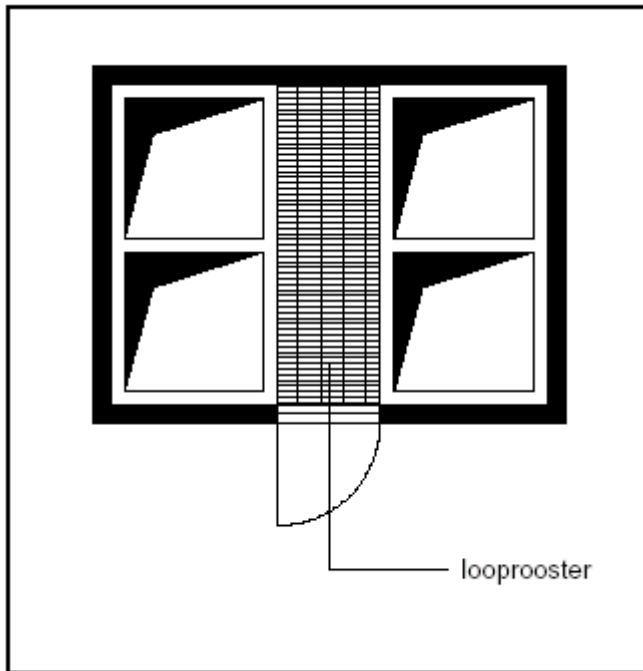
Voor een schacht voor **CV- en koelleidingen** is de horizontale doorsnede voldoende nauwkeurig te bepalen door de "**diepte**" van de schacht gelijk te stellen aan de benodigde vrije hoogte van de grootste leiding. De breedte van de schacht moet gelijk zijn aan de som

van de benodigde vrije hoogten van de afzonderlijke leidingen. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de leidingen naast elkaar liggen en de schacht ten minste aan één lange zijde over de volle breedte toegankelijk is, bijvoorbeeld met een deur of met een eenvoudige te verwijderen paneel. Wordt de schachtbreedte, in verhouding tot de "diepte", hierdoor te groot dan kan een schachtvorm worden gekozen waarbij de leidingen langs twee of drie zijden van de schacht komen te liggen. In dat geval moet tussen de tegenover elkaar liggende leidingen ten minste 0,5 m ruimte overblijven voor montage en isolatiewerkzaamheden en voor het bereikbaar blijven van de leidingen voor inspectie, reparatie en vervanging (zie figuur 6).



figuur 6 voorbeeld indeling schacht voor CV- en koelwaterleidingen

De vorm van schachten voor **luchtkanalen** is te beïnvloeden met de breedte/hoogte-verhouding van de kanalen. Verder kunnen de kanalen langs één wand of langs twee wanden tegenover elkaar worden aangebracht. I.v.m. montage en latere bereikbaarheid moet tussen de kanalen een ruimte worden vrijgehouden die gelijk is aan de hoogte van het grootste kanaal + 0,1 m of ten minste 0,6 m is (zie figuur 7).



figuur 7 voorbeeld indeling schacht voor luchtkanalen

Bij zeer grote kanalen is de tussenruimte te verkleinen met verbindingen in het kanaal. Dit wordt niet aangeraden omdat vervanging van de kanalen vrijwel onmogelijk wordt. Een nauwkeurige bepaling van de schachtruimte is zinvol als het ruimtegebruik zeer kritisch is of met ruimte moet worden gewoekerd, zoals bij hoogbouw.