

Liften – wettelijke en praktische eisen

Kennisbank Bouwfysica

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

1 Algemeen

1.1 Inleiding

In ieder appartementencomplex of kantoorgebouw treft men tegenwoordig een liftinstallatie aan.

Voor het bouwkundig en constructief ontwerp speelt de liftinstallatie al vanaf het voorlopig ontwerp een belangrijke rol. Te denken is aan aspecten zoals

- de routing door het gebouw
- de combinatie van liftschachten met installatieschachten en trappenhuizen
- het benutten van de liftschacht als stabiliteitskern
- het ruimtebeslag door de liften en opstelplaatsen
- de belasting tengevolge van de liftinstallatie
- de invloed op brand- en rookcompartimentering.

Het basisprincipe van het liftstelsel is nog nooit echt veranderd, namelijk een kooi die door middel van een kabel in verticale richting wordt verplaatst.

Tegenwoordig kent men dan wel de hydraulische lift en de helix/schroeflift, maar vanwege de lage snelheid en/of het energieverbruik zal dit principe nooit voor grote productieaantallen zorgen.

In het kader van Duurzaam Bouwen (vaste maatregel 48) dient een energiezuinige lift te worden geïnstalleerd waarbij de aanloopstroom maximaal 30 mA/kg hefvermogen mag zijn. Hydraulische liften kunnen hieraan niet voldoen.

Men is wel bezig om te kijken of de kabels, die van staal zijn, vervangen kunnen worden door Kevlar. De buiging- en sterkte-eigenschappen zijn goed te noemen, maar de frictie coëfficiënten zijn nog niet goed. Over de duurzaamheid kan men ook nog geen uitsluitend geven.

Ook begint men steeds meer te kijken naar volledig andere principes van belifting. Dit is ook wel nodig aangezien de gebouwen steeds hoger worden en het huidige systeem dan minder goed toepasbaar is. Door de grote hoogten moeten de liften veel sneller gaan, het probleemscheppende van de rechtheid van de geleiding.

Kleine afwijkingen in de geleiderail zullen bij hoge snelheidsliften sterk doorgegeven worden naar de kooi, dit is slecht voor het comfort en de krachten op de rail.

Minder ver in de toekomst zijn eenvoudige veranderingen, zoals aan het vangstelsel. Deze apparaten zijn groot en zwaar en tevens moeten ze goed aan de kooi vastzitten.

Als de vang niet meer nodig is, dan is het stalen frame ook niet meer nodig en kan de kooi veel lichter geconstrueerd worden. Dit bespaart dan weer energie, materiaal enz.

Tevens zou dan de relatief zware rail vervangen kunnen worden door bij voorbeeld een gespannen staalkabel.

2 Eisen en kenmerken

2.1 Algemeen

De eisen die tegenwoordig aan liften worden gesteld zijn hoog. Men wil een aangenaam vervoer zonder zeeziektegevoel, de kooi moet zuiver gelijk met de verdiepingsvloer stoppen, het vervoer moet snel gebeuren, de installatie mag geen geluiden in het gebouw veroorzaken, het stroomverbruik moet gering zijn, er mogen geen storingen zijn, liefst ook geen onderhoudskosten, de machine moest eigenlijk in het geheel geen ruimte innemen, de kooi moet altijd ter beschikking zijn als iemand van de lift gebruik wil maken, het vervoer moet volmaakt veilig zijn.

In eerste instantie geeft het Bouwbesluit de functionele eisen die aan liften gesteld worden. Hierbij wordt onder andere verwezen naar:

NEN 5080 Personenliften in woongebouwen
Afmetingen en functionele analyse.

NPR 5081 Personenliften in woongebouwen
Berekening van de vervoerscapaciteit

NEN-EN-81-1 Veiligheidsvoorschriften voor het vervaardigen en aanbrengen van personenliften en klein-goederenliften. Deel 1: Elektrische personenliften.

Voor niet woongebouwen zijn de gewenste prestaties veelal te ontleen aan de vakliteratuur terwijl ook gebruik wordt gemaakt van de kennis en ervaring van liftfabrikanten.

Steeds belangrijker worden Europese richtlijnen die vooral betrekking hebben op veiligheids- en milieuaspecten.

Artikel 42, 43 en 247 van het Bouwbesluit geven situaties aan wanneer een opstelplaats voor een liftschacht respectievelijk een liftinstallatie verplicht is. Zie tabel 1.

tabel 1 verplichte opstelplaats van een liftschacht en liftinstallaties (BB.; 42 43 en 247)

Bouwwerken	Verplichte opstelplaats:	Lift verplicht bij:	Cabineafmetingen
Kantoorgebouwen BB.; 247	De totale verhuurbare oppervlakte $\geq 1000 \text{ m}^2$		minimaal 1050 mm breed x 1350 mm diep
Woongebouwen: BB.; 42, 43	De toegang van een appartement 3m boven het straatniveau	(a) verhuurbaar opp. van 3.500 m^2 1,5 bo-ven het straatniveau (b) hefhoogte boven de	onder a, b en c minimaal 1 lift met afmeting: minimaal 1.050 mm breed x 2.050 mm diep
		12,5 m straatniveau (c) maximale loopafstand 90 m tot de liftinstallatie (d) hoogteverschil $\geq 0,02 \text{ m}$. waarbij een hellingbaan niet aangebracht kan worden	Overige liften waaraan geen eisen zijn gesteld: minimaal 1.050 mm breed x 1.350 mm diep

2.2 Vervoerscapaciteit

De “kwaliteit” van liftinstallaties wordt vooral gemeten door twee grootheden:

- Intervaltijd (AIT = Average Interval Time).
Dit is de gemiddelde tijd tussen de aankomst van de verschillende liften bij de hoofdstopplaats.
- 5 Minuten vervoerscapaciteit (5MHC = 5 Minute Handling Capacity).
Dit is het percentage van de totale gebouwpopulatie die binnen 5 minuten met het aanwezige liftstelsel vervoerd kan worden naar de voor hen juiste verdiepingen.

Voor beide grootheden zijn minimale waarden te definiëren. Zo gelden voor kantoorgebouwen vaak de volgende prestatie-eisen:

- in de drukste vijf minuten van de dag, het kritiek tijdsinterval, mag de gemiddelde wachttijd na een oproep niet meer bedragen dan 30 sec.

Richtwaarden voor de AIT zijn:

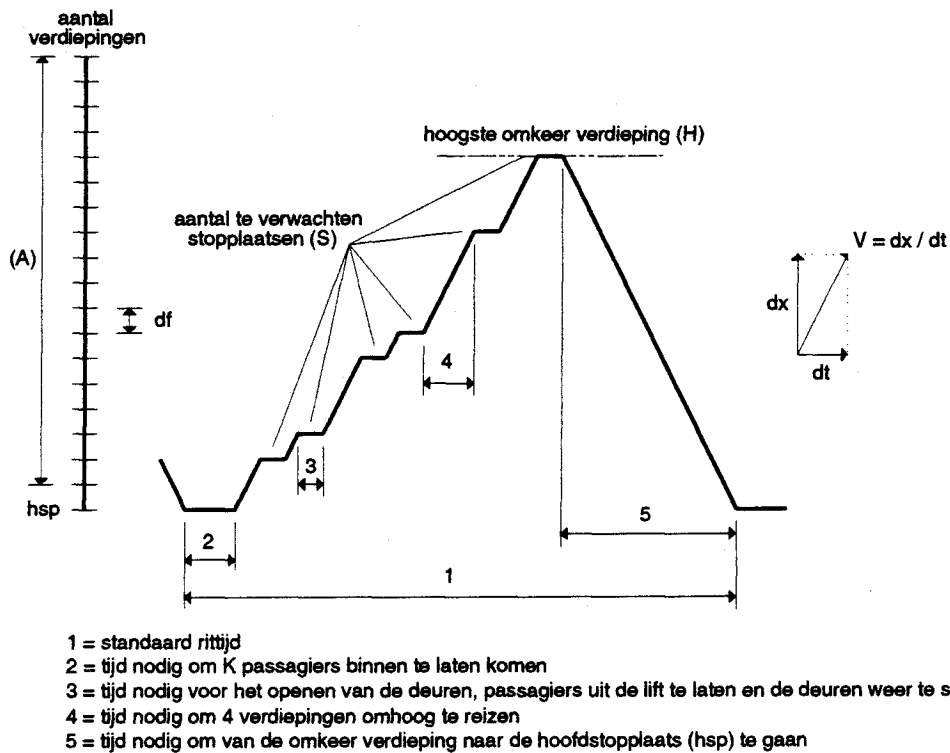
- kantoorgebouwen met één gebruiker	25 - 30	[s]
- kantoorgebouwen met meerdere gebruikers	30 - 35	[s]
- woongebouwen	80 - 130	[s]
- hotels	30 - 50	[s]

In de “op pieksituatie” (ochtendspits) moet 13% van de populatie die gebruikt maakt van de liftinstallatie binnen 5 min van de hoofdstapplaats naar de stopplaats van de bestemming worden vervoerd.

De volgende eisen worden ook gebruikt:

- 10% - 14% van de populatie van een kantoorgebouw, met verschillende firma's
- 12% - 16% van de populatie van een kantoorgebouw, met één firma of dienst
- 18% - 25% van de populatie van een kantoorgebouw, met controle op aanvangstijdstip
- 7,5% van de populatie van een woongebouw
- 10% - 15% van de populatie van een hotel

Deze beide grootheden kunnen met een liftsimulatieprogramma worden berekend. De basis vormt de standaard rittijd, zie figuur 1.



figuur 1 componenten van een vereenvoudigde standaard rittijd, waarbij de verticale verplaatsing is uitgezet tegen de tijd

Twee belangrijke grootheden die mede de standaard rittijd bepalen zijn:

- a. Aantal te verwachten stopplaatsen S: (expected number of Stops)
 Dit is het aantal te verwachten stopplaatsen die de lift aandoet op weg naar boven.

$$S = A \left[1 - \left(1 - \frac{1}{A} \right)^K \right]$$

met:

- A = het aantal mogelijke stopplaatsen boven de hoofdstopplaats
 K = vulling van de liftkooi = α (vulgraad) x de maximale kooicapaciteit.
 (uit de praktijk blijkt dat de kooi nooit voor 100% wordt gevuld).

- b. Hoogste omkeerverdieping H (Highest reversal floor)
 Dit is de verwachte verdieping waar de laatste passagier(s) uit de lift stappen en de lift weer naar beneden vertrekt.

$$H = A - \sum_{i=1}^{A-1} \left(\frac{i}{A} \right)^K$$

Verskillende combinaties van H en S zijn in tabel 6.2. gegeven.

De Standaard Rittijd RTT: (Average Round Trip Time) is gedefinieerd als de gemiddelde tijd die één lift nodig heeft om al zijn passagiers op de juiste verdieping te brengen en weer leeg aan te komen op de hoofdstopplaats.

De RTT is een functie van:

- Liftcapaciteit (K)
- Verwachte stopplaatsen (S)
- Reisafstand
- Snelheid van de lift (V_{top})
- Vulling van de liftkooi (α)

tabel 2 overzicht van de verschillende combinaties van H en S bij een vulgraad $\alpha = 80\%$
(tussen haakjes is 0,80 K gegeven)

aantal mogelijke stopplaatsen boven hoofdentree	liftkooicapaciteit													
	6 (4.8)		8 (6.4)		10 (8.0)		12 (9.6)		16 (12.8)		20 (16.0)		24 (19.2)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4.6	3.3	4.7	3.8	4.8	4.2	4.9	4.4	4.9	4.7	5.0	4.9	5.0	4.9
6	5.4	3.5	5.6	4.1	5.7	4.6	5.8	5.0	5.9	5.4	5.9	5.7	6.0	5.8
7	6.2	3.7	6.5	4.4	6.6	5.0	6.7	5.4	6.8	6.0	6.9	6.4	6.9	6.6
8	7.1	3.8	7.4	4.6	7.5	5.3	7.6	5.8	7.8	6.6	7.9	7.1	7.9	7.4
9	7.9	3.9	8.2	4.8	8.4	5.5	8.6	6.1	8.7	7.0	8.8	7.6	8.9	8.1
10	8.7	4.0	9.1	4.9	9.3	5.7	9.5	6.4	9.7	7.4	9.8	8.1	9.9	8.7
11	9.6	4.0	10.0	5.0	10.2	5.9	10.4	6.6	10.6	7.8	10.7	8.6	10.8	9.2
12	10.4	4.1	10.8	5.1	11.1	6.0	11.3	6.8	11.5	8.1	11.7	9.0	11.8	9.7
13	11.2	4.1	11.7	5.2	12.0	6.1	12.2	7.0	12.5	8.3	12.6	9.4	12.7	10.2
14	12.1	4.2	12.6	5.3	12.9	6.3	13.1	7.1	13.4	8.6	13.6	9.7	13.7	10.6
15	12.9	4.2	13.4	5.4	13.8	6.4	14.0	7.3	14.3	8.8	14.5	10.0	14.7	11.0
16	13.7	4.3	14.3	5.4	14.7	6.5	14.9	7.4	15.3	9.0	15.5	10.3	15.6	11.4
17	14.5	4.3	15.2	5.5	15.8	6.5	15.8	7.5	16.2	9.2	16.4	10.6	16.6	11.7
18	15.4	4.3	16.0	5.5	16.5	6.6	16.8	7.6	17.1	9.3	17.4	10.8	17.5	12.0
19	16.2	4.3	16.9	5.6	17.4	6.7	17.7	7.7	18.1	9.5	18.3	11.0	18.5	12.3
20	17.0	4.4	17.8	5.6	18.2	6.7	18.6	7.8	19.0	9.6	19.3	11.2	19.4	12.5
21	17.9	4.4	18.6	5.6	19.1	6.8	19.5	7.9	19.9	9.8	20.2	11.4	20.4	12.8
22	18.7	4.4	19.5	5.7	20.0	6.8	20.4	7.9	20.9	9.9	21.1	11.5	21.3	13.0
23	19.5	4.4	20.4	5.7	20.9	6.9	21.3	8.0	21.8	10.0	22.1	11.7	22.43	13.2
24	20.3	4.4	21.62	5.7	21.8	6.9	22.2	8.0	22.7	10.1	23.0	11.9	23.2	13.4

Via de zogenaamde *optellingsmethode* (equation-based method) kan de RTT berekend worden. Hierbij wordt uitgegaan dat een “round trip” bestaat uit de volgende componenten:

- Tijd nodig voor 1 passagier om in (t_p) en uit (t_u) de lift te stappen en dit dan te vermenigvuldigen met de vulgraad van de lift (de waarden voor K ; t_p en t_u kunnen gehaald worden uit tabellen/grafieken).
- Tijd nodig voor het openen (t_o) en sluiten (t_c) van de liftdeuren op ($S+1$) stopplaatsen (deze waarden komen van de liftfabrikant en hangen af van het gebruikte lifftype).
- Tijd nodig voor het starten, accelereren, reizen met nominale snelheid, deaccelereren en de lift op de juiste hoogte brengen op ($S+1$) stopplaatsen.
- Tijd nodig voor het passeren van de resterende verdiepingen met de nominale snelheid tot de hoogste omkeerverdieping (H).
- Tijd nodig voor de rit van de hoogste omkeerverdieping (H) tot de hoofdstopplaats.

$$\begin{aligned} RTT &= (a) + (b) + (c) + (d) + (e) \\ &= Kt_p + Kt_u + (S+1)(t_o+t_c) + (S+1)t_f(1) + (H-S)t_v + (H-1)t_v \quad [s] \end{aligned}$$

Dit is te vereenvoudigen tot:

$$RTT = 2Ht_v + (S+1)t_s + 2Kt_p^1 \quad [s]$$

met:

$$t_v = h/v \quad [s]$$

h = standaard verdiepingshoogte [m]

v = nominale snelheid [m/s]

$$t_s = t_f(1) + t_c + t_o + t_u \quad [s]$$

$t_f(1)$ = tijd nodig om één verdieping hoger te komen, van stilstand tot stilstand [s]

$$t_p^1 = (t_p + t_u)/2 \quad [s]$$

H = hoogste omkeerverdieping

S = aantal te verwachten stopplaatsen

K = vulling van de liftkooi

De methode bevat nog impliciet een aantal aannamen die er voor zorgen dat het resultaat niet volledig nauwkeurig is (denk hierbij bij voorbeeld aan dat er niet op elke verdieping evenveel mensen wonen/werken, dat niet alle verdiepingen even hoog zijn, de uitstaptijd ook nog afhankelijk is van het aantal stops die onderweg gemaakt zullen worden, enz.).

De Intervaltijd AIT: volgt uit:

$$AIT = \frac{RTT}{N} \quad [s]$$

met:

N = het aantal liften (per zone).

Met behulp van de vervoerscapaciteit van het liftstelsel LHC: (Lift Handling Capacity), zijnde de hoeveelheid personen die het liftstelsel kan vervoeren in een bepaalde tijd, kunnen de volgende grootheden worden bepaald:

Vultijd gebouw FT: (Filling Time)

Dit is de tijd die nodig is om de totale gebouwpopulatie met het aanwezige liftstelsel te vervoeren naar de voor hen juiste verdiepingen.

$$FT = \frac{\text{zonepopulatie}}{\text{kooicapaciteit}} * \frac{AIT}{60} \text{ [min]}$$

5 Minuten vervoerscapaciteit 5MHC:

$$5 \text{ MHC} = \frac{300}{AIT} * \frac{\text{kooicapaciteit}}{\text{zonepopulatie}} * 100\% \text{ [%]}$$

Wachttijd LWT: (Waiting Time at the Main Lobby)

Dit is de gemiddelde tijd die een persoon moet wachten op het arriveren van een lift (van de juiste zone) bij de hoofdstopplaats.

Gezegd kan worden dat de LWT volgt uit:

$$LWT = 0.6 * AIT \text{ [s]}$$

Reistijd ATD: (Average Time to Destination)

Dit is de gemiddelde tijd die een persoon nodig heeft, van het wachten op de lift tot bij de hoofdstopplaats, tot het bereiken van de juiste verdieping.

De reistijd kan als volgt omschreven worden:

$$ATD = LWT + CWT \text{ [s]}$$

met:

CWT = rittijd (Waiting Time inside lift Car) [s]

Niet de snelheid maar de versnelling die bij het vertrek en de aankomst van een lift bij de stopplaats ontstaat wordt door de mens gevoeld. Hierbij is sprake van persoonlijke toleranties tengevolge van leeftijd, gezondheid en de voorspelbaarheid.

Bij een versnelling van meer dan $1,5 \text{ m/s}^3$ en schokken met een verandering van de versnelling van meer dan 2 m/s^3 ontstaat een onbehaaglijk gevoel.

De snelheid van de lift heeft voor tractieliften een directe relatie met het type aandrijfsysteem.

Tabel 3 geeft enkele karakteristieken.

tabel 3 liftsnelheid als functie van de aandrijving

type aandrijving	snellheid in m/s
ongecontroleerde, drie fase aandrijving met wormkast	
een snellheid	< 0,6
twee snelheden	< 1,2
geregelde draaistroom of gelijkstroom motor met wormkast met 1 of 2 snelheden	1,0 - 2,5
geregelde draaistroom motor, gearless	2 - 5
geregelde gelijkstroom motor (Ward-Leonard), gearless	2 - 8

2.3 Liftsnellheid

De maximale snellheid die een lift kan bereiken wordt bepaald door de (constante) versnelling en de ritafstand die zonder stoppen wordt afgelegd. Er geldt:

$$v_{max} = \sqrt{a_{max} D} - 0.25 \text{ [m/s]}$$

met:

D = ritafstand in m

a_{max} = maximaal toelaatbare versnelling in m/s

Hoe groter de te overbruggen afstand D, des te hoger de liftsnellheid kan worden. Voor hoge gebouwen is het dus zinvol om liften bepaalde secties van het gebouw te laten bedienen.

2.4 Besturing van de kooi

Bij de besturing moet gedacht worden aan het onderdeel van de lift dat de oproepen registreert en dan bepaalt welke lift welke oproep behandelt.

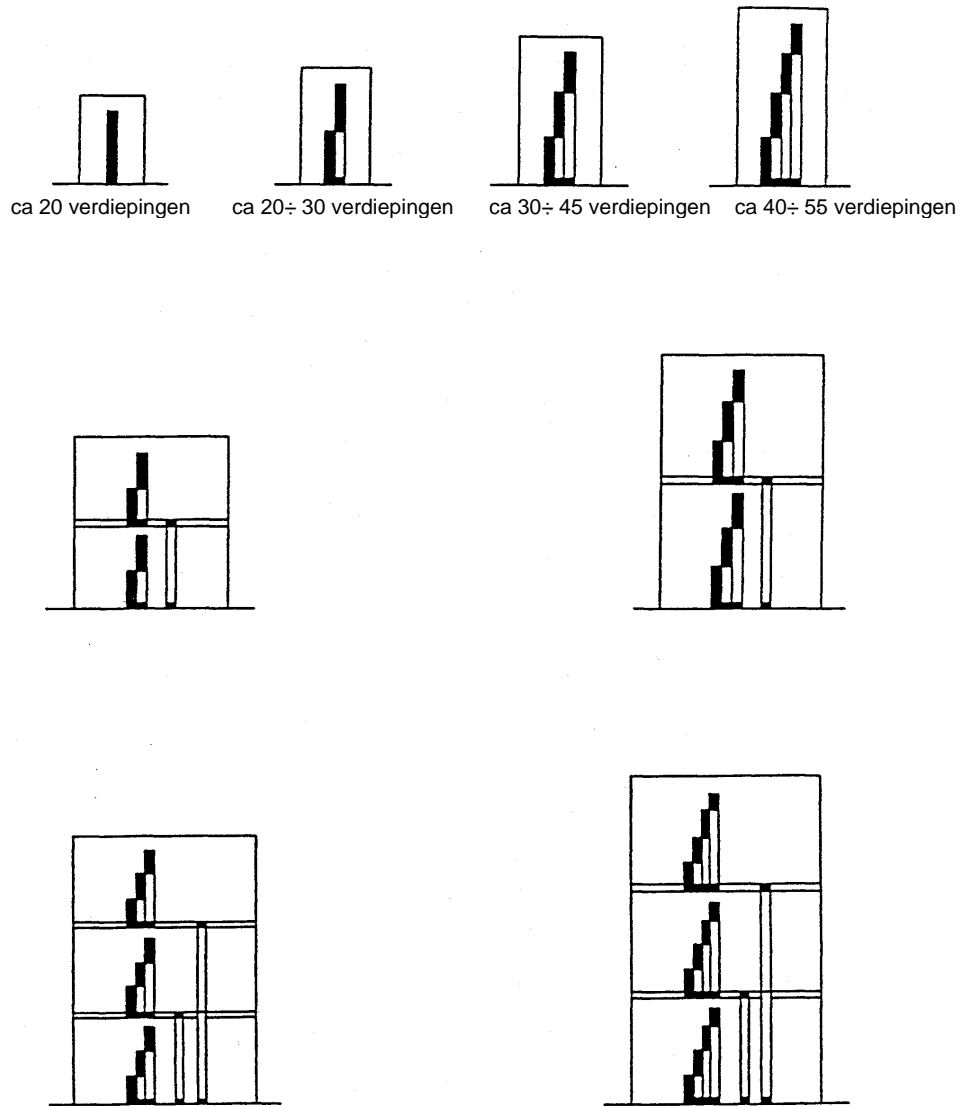
Bij liftinstallaties tot circa 20 verdiepingen is het gebruikelijk dat iedere aanwezige lift op iedere stopplaats kan stoppen.

Hogere gebouwen leiden tot liftinstallaties die in sectoren zijn ingedeeld. Figuur 2 geeft hiervan een globale indicatie. Figuur 3. geeft het liftconcept van het WTC in New York.

Op het gebied van de besturingstechniek zijn veel innovatieve veranderingen aan de gang. Zo gaat de term "Landinghall Destination Call" een belangrijke rol spelen.

Hieronder wordt het volgende verstaan: als men bij de liftinstallatie aankomt, kan men via een bedieningspaneel en een display van te voren aangeven naar elke verdieping men wil. De liftinstallatie geeft dan, via de display, aan welke lift genomen moet worden. Als men dan in de lift stapt dan geeft de in de kooi aanwezige display al aan op welke verdieping gestopt zal gaan worden. Knoppen in de liftkooi zijn overbodig geworden.

Het grote voordeel van dit systeem is dat de liftinstallatie al van te voren weet waar iedereen heen moet en zodoende bepaalt, wie in welke liftkooi moet stappen (bij traditionele



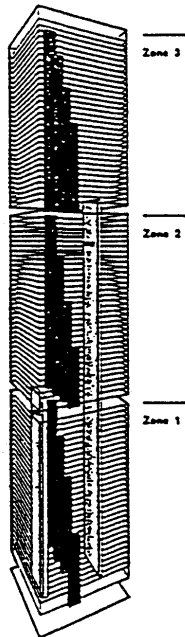
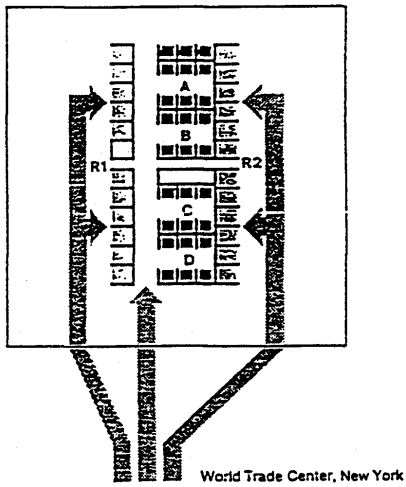
figuur 2 indeling van liftinstallatie in sectoren bij hoge gebouwen

liftinstallaties is dit pas bekend als iedereen is ingestapt). Met deze techniek weet de liftinstallatie precies waar iedereen heen wil en kan zodoende mensen bij elkaar groeperen die bijna allemaal naar een bepaalde hoogte in het gebouw moeten. Het resultaat is dan ook kortere wachttijden.

Nog verder weg, maar ook al technisch mogelijk is dat men een transponder bij zich heeft, die als men in de buurt van de juiste liftinstallatie aankomt, doorseint naar welke verdieping men moet (bij voorbeeld werk- en/of woonverdieping). Dus het toetsenbord en de display op de wachtplaatsen worden voor deze mensen overbodig.

Deze innovatieve besturingssystemen reduceren de wachttijden aanzienlijk (35% tot 50%).

figuur 3 liftconcept WTC New York, met twee sky-lobby's



Iedere toren van het WTC is in drie zones verdeeld en heeft 95 personenliften en 3 goederenliften.
De liftgroepen R1 en R2 bedienen