



Notat

Emne: Beregning af køretider for Hovedstadens Letbane
Fra: Hovedstadens Letbane
Til: TRM
Dato: 03/04/19

Beregning af køretider for Hovedstadens Letbane

Dette notat beskriver metoderne anvendt for beregning af letbanens køretider, herunder om forudsætninger vedr. holdetider på stationer.

Faktorer der indgår i den samlede køretid

En køretid for en letbane består af en række delelementer:

- Accelerations- og bremsetider. Disse tider er i sidste ende afhængige af den type togmateriel, der anskaffes. I praksis vil togenes maksimale accelerations- og bremseevner ikke blive udnyttet i den daglige drift af hensyn til passagerernes komfort.
- Strækningshastighed. Den tilladte hastighed på hver delstrækning fastsættes ud fra en række faktorer: kurveforhold, oversigtsforhold, mulighed for øvrige trafikanters krydsning, evt. deling af kørespor mellem letbanetog og andre trafikanter. I sidste ende kan sikkerhedsgodkendelsen af letbanen give reduktioner af hastighedsbegrænsningerne, hvorfor planlægningen af faktorerne bag strækningshastigheden i alle projektets faser sker ud fra et helhedssyn, som tilgodeser sikkerheden.
- Holdetider. I forhold til køreplanlægning er holdetiden ved en station, den tid det tager fra toget er standset til det sætter i gang igen. Denne tid omfatter således systemets frigivelse af døre til åbning, døråbning, passagerudveksling, dørlukning og afgangprocedure. Tider for døråbning og -lukning samt frigivelse af dørene afhænger af togmateriellet og det tekniske system, og disse tider vil være karakteristiske for et togsystem, fx en letbane. Tiden til passagerudveksling kan variere efter passagermængden, kørestole / barnevogne mv. samt ind- og udstigningsforhold, herunder antal døre og indstigningshøjde fra perron.
- Køretidstillæg. En køreplan indeholder ofte et køretidstillæg, som svarer til at togene ikke kører med maksimal acceleration og maksimal tilladt hastighed, men kører ved fx 90 % af tilladt hastighed. På den måde er der rum for at indhente mindre forsinkelser, fx fra længere holdetider ved stationer.
- Ventetider. HL har valgt at regne letbanens ventetid for grønt lys for passage af signalregulerede kryds separat i køretiden, idet letbanens fremkommelighed afhænger af interaktionen med vejtrafikken i alle de kryds som letbanen kører igennem.

Særligt om holdetider i letbanens køreplansberegning



I forhold til holdetider i køreplansberegningen for letbanen er der taget udgangspunkt i internationale vejledninger, UITP (International Association of Public Transport), Guidelines for selecting and planning a new light rail system og FGSV (Road and Transportation Research Association), Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personenverkehrs (EAÖ), 2003, som er sammenholdt med passagerprognoser og konkret udformning af letbanen langs Ring 3. Til brug for simulering anbefaler UITP guiden at der benyttes gennemsnitstider inkl. tid til åbning/lukning af døre på mellem 10 og 40 sekunder afhængig af stationstype/-størrelse. I EAÖ (2003), afsnit 4.4.2.3 er beskrevet faktorer, der har betydning for holdetiden ved standsningssteder (for busser / letbaner / sporvogne), herunder:

1. Antal på- og afstignere
2. Kundegrupper, herunder mobilitetshæmmede, skolebørn, pendlere, rejsende med bagage etc.
3. Billettering efter indstigning
4. Stoppested perron delt mellem flere linjer og med flere holdepositioner
5. Ind- og udstigningsforhold, dvs. antal døre, dørbredde, trinfri indstigning etc.
6. Forsinkelse i signalreguleret kryds ved afgang fra station

I EAÖ angives at holdetid typisk er mellem 15 og 30 sekunder. Det bemærkes her, at EAÖ er et dokument, der både omfatter bybusser, gammeldags sporvognssystemer og nyanlagte letbaner.

Ad 3: Det er forudsat, at billetudstyr (rejsekort check-in og check-ud standere) opstilles på perron. Af- og påstigning i togene forsinkes således ikke af billettering.

Ad 5: Det er et designkrav, at letbanens stationer udformes så:

- Perroner er i niveau med togets gulv
- Gab mellem perron og vogn gulv er maksimalt 5 cm
- Sporene så vidt muligt ligger vandret ved perroner, dvs. at perronen ikke "går op eller ned ad bakke", som kan besværliggøre indstigning.

Således er indstigningsforholdene gjort lettest mulige og tillader at kørestolsbrugere, barnevogne etc. kan stige på toget uhindret. Disse designkrav svarer til designkrav for f.eks. metroens stationer, og indstigningsforholdene vil være tilsvarende.

Ad 6: Forsinkelser fra signalregulerede kryds regnes separat i HLs simulering af køretid. Disse forsinkelser skal derfor ikke indregnes i holdetider ved stationer. Derimod giver det i praksis mulighed for at holdetiden (med passagerudveksling) kan forlænges ind i den tid toget afventer grønt i kryds i forbindelse med stationer. Ca. halvdelen af letbanens stationer (15 stationer i udbudsprojekt) ligger i forbindelse med vejkryds, hvor togenes stoplinje i krydset i praksis vil være ved stationens perron.

I forbindelse med udbud af letbanen er der gennemført simuleringer af letbanens drift i en simuleringsmodel (Open Track) med henblik på at eftervise at køreplanen er robust under forudsætning af det projekterede sporlayout.

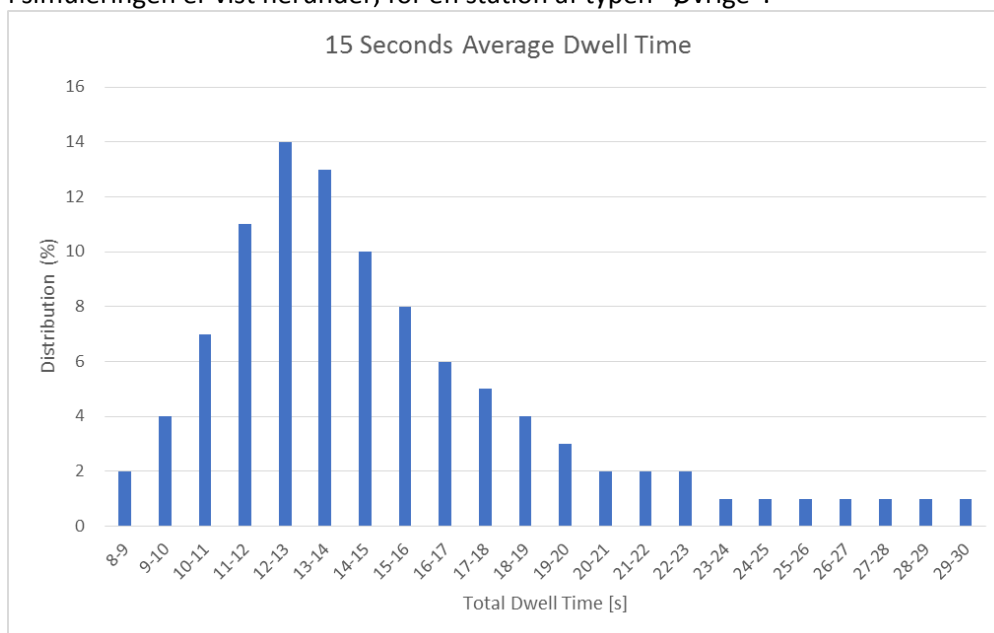
I simuleringsmodellen (OpenTrack) indgår antagelser om holdetider. I simuleringsmodellen er følgende gennemsnitlige holdetider anvendt:



Station	Dwell time (sec.)
Herlev og Lyngby	30
Buddinge	25
Herlev Hovedgade og Lyngby Centrum	20
Glostrup hospital - <i>Rigshospitalet</i> og Herlev hospital	20
Glostrup	120
Øvrige	15

Figur: Gennemsnitlige holdetider Open Track simuleringmodel

Der er ikke tale om faste holdetider der indgår i simuleringen, men om en variabel størrelse som svarer til variabelt tidsbehov for ind- og udstigning. Den statistiske fordeling af holdetiderne bygger på data fra letbanesystemet i Croydon i det sydlige London, UK. Bemærk, at der her er taget hensyn til passagerantal og passagerer med særlige mobilitetsbehov. Et eksempel på fordeling af holdetiden i simuleringen er vist herunder, for en station af typen "Øvrige":



Figur: Spredning for holdetid ved 15 sek. dwell time (Croydon, London) - Øvrige station

Af figuren kan følgende aflæses:

- 2 % af alle standsninger vil vare 8-9 sekunder
- 14 % af alle standsninger vil vare 12-13 sekunder
- 1 % af alle standsninger vil vare 29-30 sekunder
- 7 % af alle standsninger vil vare mere end 23 sekunder



Idet der ikke er tale om en fast holdetid, men en fordeling med en gennemsnitlig holdetid, er der indregnet at togene i nogle tilfælde skal holde længere for at udveksle passager, andre gange kortere.

Den indarbejdede fleksibilitet i forhold til holdetider understøtter, at letbaneføreren kan sikre en sikker på- og afstigning for gangbesværede passagerer samt passagerer medbringende barnevogn/klapvogn. Hertil kommer at den designmæssige udformning med trinfri indstigning, kort afstand mellem tog og perron med mere gør det enkelt af stige af og på letbanen for disse kundegrupper. Tilsvarende designmæssig udformning og tilsvarende holdetider fungerer erfaringsmæssigt godt på metroen, som bredt set håndterer flere passagerer på de enkelte stationer.

På metroen er holdetiderne i morgenmyldretiden inklusive døråbning og – lukning (ekskl. den tid, som togets førerløse system kommunikerer med signalsystem og perrondørssystem) mellem 14 og 24 sekunder, dog undtaget Nørreport station og endestationerne, hvor holdetiderne er lidt længere. Eksempelvis er holdetiden på Øresund metrostation i morgenmyldretiden på 14 sekunder, på Frederiksberg metrostation er holdetiden 16 sekunder og på Kongens Nytorv 24 sekunder.

I forhold sammenligning med øvrige letbaner bemærkes, at der kan være en række andre forhold, som gør en anden holdetid relevant. Det kan dreje sig om, hvor mange døre, der er i de valgte letbanetog, (eksempelvis får HL's tog 6 døre, mens der er 3 hhv. 4 døre i de to typer togsæt på Århus Letbane), om der er trinfri indstigning og kort afstand mellem tog og perron samt letbanens frekvens.

I simuleringmodellen er der også indarbejdet forventninger til letbanens forsinkelse ved passage af kryds på baggrund af såkaldte VISSIM-beregninger (simuleringsmodel for vejtrafik) for de enkelte kryds, ligesom der indgår et generelt køretidstillæg som muliggør at togene kan indhente mindre forsinkelser. Med andre ord, der er ikke simuleret med at togene kører den maksimalt tilladte hastighed.

Den simulerede køreplan for Hovedstadens Letbane ser således ud (med afrundede afgangstider og tilføjelse af 1 minuts forlængelse pga. tilføjelse af stationen ved Delta Park):

	Assumption with Delta Park		Southbound			Station		Northbound			Assumption with Delta Park	
	Min	Timetable	Runtime calc.	ID	Full name	Runtime calc.	Timetable	Mins	Min	Timetable	Runtime calc.	
58	57	00:57:00	00:57:05	LHJ	Ishøj	00:00:00	00:00:00	00	00	00:00:00	00:00:00	00
55	54	00:54:00	00:54:39	STR	Strandparkstien	00:02:24	00:02:00	02	02	00:02:00	00:02:00	02
54	53	00:53:00	00:53:15	BAV	Bækkeskovvej	00:03:48	00:03:00	03	03	00:03:00	00:03:00	03
52	51	00:51:00	00:51:50	VLB	Vallensbæk	00:05:13	00:05:00	05	05	00:05:00	00:05:00	05
51					Delta Park				06			06
48	48	00:48:00	00:48:30	VLV	Vallensbækvej	00:08:53	00:08:00	08	09	00:08:00	00:08:00	09
46	46	00:46:00	00:46:33	PAV	Park Allé Vest	00:10:45	00:10:00	10	11	00:10:00	00:10:00	11
43	43	00:43:00	00:43:44	GLO	Glostrup	00:15:41	00:15:00	15	16	00:15:00	00:15:00	16
38	38	00:38:00	00:38:52	GLH	Glostrup Hospital	00:18:37	00:18:00	18	19	00:18:00	00:18:00	19
36	36	00:36:00	00:36:57	HIP	Hersted Industripark	00:20:26	00:20:00	20	21	00:20:00	00:20:00	21
33	33	00:33:00	00:33:58	EJD	Ejbydal	00:23:24	00:23:00	23	24	00:23:00	00:23:00	24
31	31	00:31:00	00:31:47	LBR	Islevbro	00:25:35	00:25:00	25	26	00:25:00	00:25:00	26
30	30	00:30:00	00:30:16	LKA	Lyskær	00:27:09	00:27:00	27	28	00:27:00	00:27:00	28
28	28	00:28:00	00:28:42	HER	Herlev	00:28:58	00:28:00	28	29	00:28:00	00:28:00	29
27	27	00:27:00	00:27:10	HHO	Herlev Hovedgade	00:30:26	00:30:00	30	31	00:30:00	00:30:00	31
25	25	00:25:00	00:25:14	HEH	Herlev Hospital	00:32:19	00:32:00	32	33	00:32:00	00:32:00	33
23	23	00:23:00	00:23:33	DYV	Dynamovej	00:33:50	00:33:00	33	34	00:33:00	00:33:00	34
21	21	00:21:00	00:21:47	GXT	Gladsaxe Trafikplads	00:35:38	00:35:00	35	36	00:35:00	00:35:00	36
20	20	00:20:00	00:20:13	GXV	Gladsaxevej	00:37:10	00:37:00	37	38	00:37:00	00:37:00	38
18	18	00:18:00	00:18:40	BUC	Buddingecentret	00:38:37	00:38:00	38	39	00:38:00	00:38:00	39
17	17	00:17:00	00:17:26	BUD	Buddinge	00:40:03	00:40:00	40	41	00:40:00	00:40:00	41
15	15	00:15:00	00:15:28	GMO	Gammelmosevej	00:41:54	00:41:00	41	42	00:41:00	00:41:00	42
11	11	00:11:00	00:11:55	LYN	Lyngby	00:45:25	00:45:00	45	46	00:45:00	00:45:00	46
10	10	00:10:00	00:10:06	LYC	Lyngby Centrum	00:46:59	00:46:00	46	47	00:46:00	00:46:00	47
07	07	00:07:00	00:07:14	LYG	Lyngbygaardsvej	00:49:55	00:49:00	49	50	00:49:00	00:49:00	50
05	05	00:05:00	00:05:12	AKV	Akademivej Vest	00:52:01	00:52:00	52	53	00:52:00	00:52:00	53
03	03	00:03:00	00:03:08	KWA	Anker Engelundsvej	00:54:05	00:54:00	54	55	00:54:00	00:54:00	55
01	01	00:01:00	00:01:33	DTU	DTU v/Rævehøjvej	00:55:39	00:55:00	55	56	00:55:00	00:55:00	56
00	00	00:00:00	00:00:00	LUT	Lundtofte	00:57:03	00:57:00	57	58	00:57:00	00:57:00	58

Figur: Køreplan for Hovedstadens Letbane baseret på simuleringer. Holdetider er dynamiske efter simuleret efterspørgsel og fremgår således ikke som statisk værdi.



Det bemærkes, at en endelig køreplan udarbejdes af letbanens driftsentreprenør, som er kontraktligt forpligtet til at levere en samlet køretid på 58 minutter efter en indkøringsperiode. Det bemærkes i øvrigt, at letbanen vil køre hvert 5. minut i dagtimerne og hvert 10. minut om aftenen.

Konsekvenser af ændret køretid

Hvis køretiden ændres, vil det påvirke både letbanens passagertal og driftsudgifter og dermed den samlede driftsøkonomi. En forlænget køretid kan desuden føre til behov for udgifter til indkøb af ekstratog. Disse forhold vil i sagens natur påvirke en samfundsøkonomisk analyse.

I de tidlige faser af letbaneprojektet, forud for udarbejdelse af passagerprognose, blev der opereret med generiske holdetider på 10 sekunder for letbanen. Disse er i forbindelse med den tekniske konkretisering af letbaneprojektet justeret til mellem 15 og 30 sekunder (bortset fra Glostrup hvor holdetiden er 120). Dette har imidlertid ikke betydning for den samlede køretid, idet der samtidig er foretaget justering af ventetid ved kryds mm. på baggrund af det konkrete projekt. Der er således ingen påvirkning af den samlede rejsetid, driftsøkonomi og samfundsøkonomi fra præciseringen af holdetider.

Får letbanen længere holdetider – og alt andet holdes konstant – vil køretiden blive forlænget.

Ændret køretid har betydning for passagertallet. Der er ikke regnet passagerprognoser for forlængede holdetider. I udredning om letbane på Ring 3 er der gennemført en følsomhedsberegning af passagertallet, hvor letbanens køretid er reduceret med 10 % generelt, som kan indikere hvilken betydning køretiden har på passagertallet. Beregningen viste at 10 % kortere køretid giver 6,2 % flere passagerer. Den omvendte effekt vil være forventelig, hvis køretiden forlænges tilsvarende.

Der er ikke gennemført samfundsøkonomiske beregninger for denne følsomhedsberegning eller for et scenarie med længere holdetider. Alt andet lige vil ændrede driftsomkostninger og passagertal påvirke projektets samfundsøkonomiske konsekvenser.

Det bemærkes hertil, at passagerprognoserne viser, at letbanens passagerer i gennemsnit vil køre 5,5 km., hvilket svarer til svarende til en køretid på godt 11 minutter i letbanen.