

AALBORG KOMMUNE

AALBORG LETBANE/BRT - BESPARELSESKATALOG

TEKNISK NOTAT

ADRESSE COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	1
2	Katalogets indhold	2
3	Besparelsesmuligheder i forhold til depot	2
4	Besparelsesmuligheder i forhold til tracé	5
4.1	Anvendelse af ballasterede spor frem for slab-track	5
4.2	Anvendelse af grønt tracé	17
5	Besparelsesmuligheder i forhold til linjen	18
5.1	Afkortning af letbaneetapen ved Aalborg St.	18
5.2	Afkortning af letbaneetapen ved Vesterkæret St.	23

1 Baggrund

På styregruppemødet den 21/5 2014 blev det besluttet, at der skulle udarbejdes et katalog over potentielle besparelsesmuligheder i forhold til projektet for en letbane i Aalborg. Dette notat indeholder et katalog over disse besparelsesmuligheder.

PROJEKTNR. A047901
DOKUMENTNR. 017-002
VERSION 3.0
UDGIVELSESDATO 26. august 2014
UDARBEJDET OWJ
KONTROLLERET CRHO
GODKENDT OWJ

2 Katalogets indhold

Besparelseskataloget belyser følgende forhold:

- › Besparelsesmuligheder i forhold til depot:
 - › Udelade forberedelse for anden etape
 - › Anden løsning for klimasikring og fundering.

- › Besparelsesmuligheder i forhold til tracé:
 - › Mulig anvendelse af ballasterede spor frem for slab-track
 - › Mulig anvendelse af grønt tracé.

- › Besparelsesmuligheder i forhold til linjen:
 - › Afkortning af linjen ved Aalborg St.
 - › Afkortning af linjen ved Vesterkæret.

Kataloget afdækker fordele og ulemper ved de undersøgte tiltag og belyser konsekvenserne for anlægsøkonomi og driftsøkonomi for alle tre forhold samt konsekvenser for samfundsøkonomi for først- og sidstnævnte forhold.

3 Besparelsesmuligheder i forhold til depot

Undersøgelsen har fokus på, hvorvidt det vil være muligt at reducere omkostningerne til et depot. Der fokuseres primært på depotplaceringen i Mølholm.

Omkostninger henført til forberedelse for etape 2

I anlægsoverslaget for depotet er der i overslaget for jordarbejder indarbejdet omkostningerne til forberedelse for en eventuel etape 2 af letbanen. Skal man undgå disse jordarbejder i forbindelse med etape 1 forudsættes det, at indretningen af depotområdet sker således, at jordarbejderne kan udføres særskilt ved en senere etape. Dette vil forudsætte et andet design af depotet end det skitserede.

Besparelsespotentialet for de 3 depotområder er vist i tabel 1.

	Mølholmparken	Godsbanen	Aalborg Øst
Fysikoverslag	5,4 mio. kr.	3,5 mio. kr.	2,8 mio. kr.
Basisoverslag	6,3 mio. kr.	4,1 mio. kr.	3,3 mio. kr.
Anlægsoverslag	7,9 mio. kr.	5,1 mio. kr.	4,1 mio. kr.
Ankerbudget	8,7 mio. kr.	5,6 mio. kr.	4,5 mio. kr.
Samlet bevilling	10,3 mio. kr.	6,6 mio. kr.	5,4 mio. kr.

Tabel 1 Potentielle besparelser ved at udelade forberedelse for etape 2.

Meromkostninger til forbindelsesspor

Ved en placering af depotet i Mølholm vil dette komme til at ligge på linjen. Med den nødvendige ekstra strækning bag sidste stoppested vurderes der reelt ikke at være meromkostninger til forbindelsesspor ved denne lokalitet. Ved etablering af depot på Godsbanen eller i Aalborg Øst skal der på delstrækningen fra linjen frem til depotet etableres forbindelsesspor.

I tabel 2 er vist et overslag over meromkostningerne ved tilvejebringelse af forbindelsen mellem linjen og depotet. Meromkostningerne udgør ca. 25 mio. kr. i ankerbudget.

	Mølholmparken	Godsbanen	Aalborg Øst
Fysikoverslag	-	15,5 mio. kr.	15,4 mio. kr.
Basisoverslag	-	18,1 mio. kr.	18,0 mio. kr.
Anlægsoverslag	-	22,7 mio. kr.	22,5 mio. kr.
Ankerbudget	-	25,0 mio. kr.	24,8 mio. kr.
Samlet bevilling	-	29,5 mio. kr.	29,3 mio. kr.

Tabel 2 Omkostninger til etablering af dobbeltspor fra linjen til depotområde.

Klimasikring

For depotet i Mølholm er der i anlægsoverslaget forudsat en løsning, hvor terrænet hæves for at sikre depotfunktionerne mod oversvømmelsesrisikoen. Dette medfører store jordarbejder. Omkostningerne hertil er illustreret i nedenstående tabel.

	Mølholmparken	Heraf forberedelse for etape 2
Fysikoverslag	37,9 mio. kr.	2,7 mio. kr.
Basisoverslag	41,4 mio. kr.	2,9 mio. kr.
Anlægsoverslag	51,7 mio. kr.	3,6 mio. kr.
Ankerbudget	56,9 mio. kr.	4,0 mio. kr.
Samlet bevilling	67,2 mio. kr.	4,7 mio. kr.

Tabel 3 Indregnede omkostninger til klimasikring af depotområdet.

Vælges denne klimasikring, skal sikringen udføres samtidig med anlæg af depotet. Vælges en alternativ løsning, hvor klimasikringen gennemføres som en ydre be-

skyttelse (f.eks. et fjorddige), vil omkostningen eventuelt kunne udskydes og gennemføres i sammenhæng med generel stormflodssikring langs Limfjorden.

Der er vurderet et alternativt projektforslag, hvor klimasikringen alene omfatter et dige/hævet kajkant langs fjorden og terrænregulering svarende til kote 2,5 m, hvilket er 8 cm over 100 års hændelse for stormflod i år 2100.



Figur 1 Kysten ud for depotområdet i Mølholmparken.

Terrænkoten øst for samt diget vest for depotområdet synes iht. DDH-DTM 2006 at være højere end 2,5 m. Ved etablering af klimasikring langs fjorden, antages det, at projektet alene skal dække den del af omkostningen, som svarer til depotets udstrækning ved Limfjorden.



Figur 2 Terrænkoter i depotområdet jf. DDH DTM 2006.

Baseret på DDH-DTM 2006 skønnes det nødvendigt at løfte kajhøjden 75-100 cm og på den resterende strækning at etablere et dige med en gennemsnitlig højde på 1 m. Internt på området terrænreguleres til en gennemsnitlig kote på 2,25 m – svarende nogenlunde til koten jf. DTM centralt i området.

Det vestlige dige samt ca. 70 % af den forhøjede kajstrækning kan relateres til beskyttelsen af depotområdet, mens den resterende del relateres til beskyttelsen af byudviklingsområdet i øvrigt. Diget etableres som et jorddige med en lerkerne afdækket af en fiberdug og et muldlag og beskyttet mod fjorden med stenudlægning.

I tabel 4 er vist et overslag over omkostningerne ved klimasikringen af området.

	Dige ved depot	Kajkant ved depot	Kajkant ved byudviklingsområde	Dige ved byudviklingsområde
Fysikoverslag	0,9 mio. kr.	1,5 mio. kr.	0,6 mio. kr.	0,9 mio. kr.
Basisoverslag	1,1 mio. kr.	1,7 mio. kr.	0,7 mio. kr.	1,1 mio. kr.
Anlægsoverslag	1,3 mio. kr.	2,1 mio. kr.	0,9 mio. kr.	1,3 mio. kr.
Ankerbudget	1,5 mio. kr.	2,4 mio. kr.	1 mio. kr.	1,5 mio. kr.
Samlet bevilling	1,7 mio. kr.	2,8 mio. kr.	1,2 mio. kr.	1,7 mio. kr.

Tabel 4 Omkostninger til etablering af kystsikring mod Limfjorden.

I henhold til overslaget vil den samlede bevilling ved udførelse af denne løsning, som knytter sig til beskyttelsen af depotet, udgøre ca. 4,5 mio. kr. Den samlede besparelse ved ikke at hæve terrænet vil således være i størrelsesordenen 62 mio. kr.

4 Besparelsmuligheder i forhold til tracé

Udførelsen af tracéet for en letbane vil have en betydning for de omkostninger, som er forbundet hermed i anlægsfasen og i driftsfasen. Ændringer heraf vil således kunne rumme en besparelsmulighed.

4.1 Anvendelse af ballastede spor frem for slab-track

I det udarbejdede anlægsoverslag for Aalborg Letbane er det forudsat, at sporanlægget helt overvejende udføres som en slab-track løsning, hvilket vil sige, at sporrene etableres på en betonplade, og hvor arealet omkring skinnerne udfyldes med en fast belægning.

En mulighed for at reducere anlægsomkostningen kunne være ved at udføre sporanlægget som et traditionelt ballasteret spor. I det følgende belyses denne mulighed.

4.1.1 Tekniske forhold

Linjeføringen

I forhold til udførelsen og vedligehold af strækninger med ballastede spor anbefaler SYSTRA at have en minimumsstrækninglængde på 200-300 m, da kortere delstrækninger vil medføre dyrere og mere komplicerede anlægs- og vedligeholdelsesmetoder.

Ballasten er principielt bredere end betonpladen for slab-track, men i praksis er det afstandskravene til sporene, som fastlægger anlægges samlede arealbehov, og derfor har denne forskel ikke en praktisk betydning.

Principielt tillades radier ned til 25 m også for ballastede spor i henhold til BoStrab. Det forudsætter dog en større tæthed af sveller og en udvidelse af ballasten. SYSTRAs erfaring er dog, at håndteringen af udvidelsen og sammentrækningen af skinnerne kræver særlig opmærksomhed allerede ved radier mellem 100 m og 200 m og kan nødvendiggøre særlige løsninger som eksempelvis særlig fastgørelse af skinnerne i kurverne og evt. ekspansionsansamlinger. Anbefalingen er derfor ikke at anvende ballastede spor, hvor kurveradierne er under 80-100m. Dette er i overensstemmelse med anbefalinger fra Transportation Research Board som i *"Track Design Handbook for Light Rail Transit"*, TRB 2012, angiver en minimumsradius for ballastede spor på 90 m.

Kryds og overgange

BoStrab tillader ikke krydsning af en ballasteret strækning. Derfor skal der etableres en særlig løsning, hvor kørende eller gående trafik skal krydse tracéet. Det er ikke hensigtsmæssigt at etablere en fast belægning ovenpå ballasten, da dette vil forhindre vedligehold af ballasten. Derfor er der udviklet andre løsninger som f.eks. STRAIL – et modulbaseret system af gummimåtter, der låses fast ovenpå ballasten i krydsningsområdet.



Figur 3 STRAIL ® løsning i kryds. Kilde: Strasse trifft Schiene © STRAIL.

En ballasteret strækning vil kunne sætte sig. Derfor vil der være en risiko for, at der opstår niveauforskelle i overgange mellem en ballasteret strækning og en strækning med slab-track. Antallet af sådanne overgange bør derfor tilstræbes minimeret. For at forebygge denne risiko vil det være nødvendigt med stor omhu i anlægsfasen ved jordarbejder og sikring af den fornødne bæreevne.

Vedligehold

Ballasten bevæger sig ved den påvirkning, som letbanetogene og den krydsende trafik medfører. Der kan derfor opstå hulrum i ballasten, som vil forringe dennes bæreevne og vil kunne medføre forskydninger af skinnerne. Derfor skal ballasten komprimeres. Frekvensen for dette kan være meget varierende. I Bordeaux er der eksempelvis strækninger, som skal komprimeres hvert andet eller tredje år, mens ballasten på andre strækninger kan ligge stabilt i 10 år. Behovet fastlægges gennem løbende (halvårlig) opmåling af sporene.



Figur 4 Almindelig og mini komprimeringsmaskine. Fotos ©Plasser Theurer.

Baseret på oplysninger fra Nantes, Bordeaux og Lyon vil en vedligeholdelsesplan for en ballasteret sporstrækning se ud som følger:

- År 0: Driftsstart
- År 3-5: Komprimering af ca. $\frac{1}{3}$ af tracéet (kurver og områder med vanskelig jordbund)
- År 10: Komprimering af hele tracéet
- År 15: Komprimering af $\frac{1}{3}$ af tracéet
- År 20: Komprimering af hele tracéet
- År 25: Komprimering af $\frac{1}{3}$ af tracéet
- År 30: Fornyelse af hele ballasten og sveller samt udskiftning af $\frac{1}{4}$ af skinnerne.

Hver komprimering består i:

- Måned 0: Komprimering
- Måned 3: Afspænding af skinner samt eventuel genkomprimering.

Ballasten sikrer dræning af sporkassen og bidrager herved til at forebygge problemer med vagabonderende strøm – dvs. returstrøm fra kørestrømsanlægget, som finder alternative veje (eksempelvis via støbejernsrør). Dette er en vigtig funktion, fordi vagabonderende strøm kan resultere i kraftig korrosion og skader på omkringliggende installationer. Derfor omfatter det nødvendige vedligehold af ballasten også forhindring af tilgroning gennem ukrudtsbekæmpelse.

Af samme årsag forudsætter en begrønning af en ballasteret strækning, at der etableres en tæt dug mellem ballasten og muldlaget under begrønningen for at hindre, at mulden kommer ned i ballasten, hvor den vil resultere i at ballasten ikke drænes tilstrækkeligt. I forbindelse med vedligehold af ballasten skal dug, muld og begrønning fjernes og efterfølgende retableres.

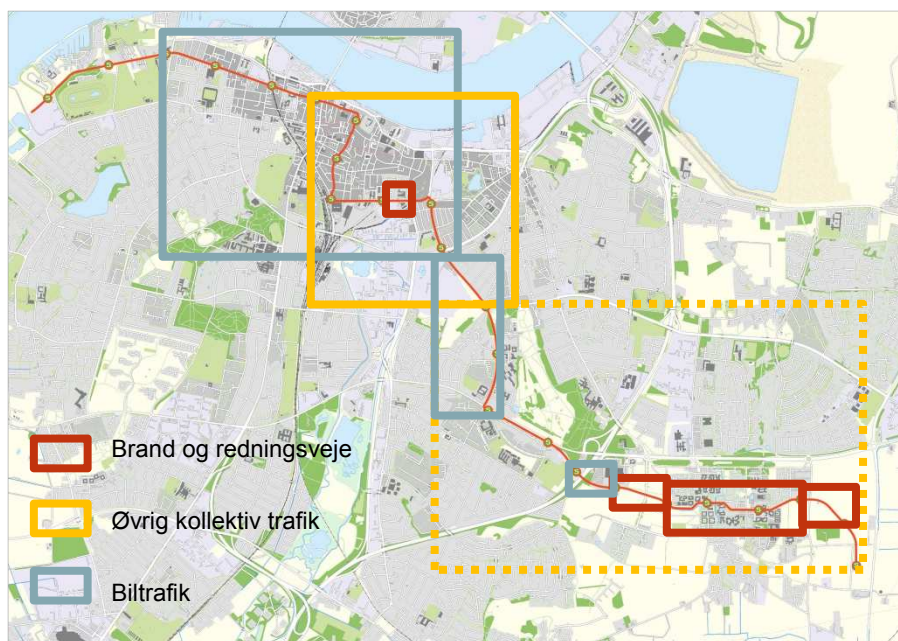
4.1.2 Bindinger for anvendelse af ballasterede spor

Trafikale forhold

I modsætning til slab-track spor i fast befæstelse vil det ikke være muligt for andre køretøjer end letbanetogene og letbanens servicemateriel at benytte strækninger med ballasterede spor. Dette har konsekvenser i forhold til:

- › Samdrift med regional og bybusser i letbanens tracé
- › Drift med erstatningsbusser i perioder, hvor letbanetogene ikke kan køre som følge af systemfejl eller nødvendige vedligeholdelsesarbejder
- › Anvendelsen af tracéet som brand- og redningsvej
- › Øvrig trafik.

Ser man på den mulige første etape for Aalborg Letbane, vil dette være en væsentlig begrænsende faktor for, hvor det i praksis vil være muligt at benytte ballasterede spor.



Figur 5 Trafikale bindinger for anvendelse af ballasterede strækninger.

For den østlige del af letbanetracéet fra Universitetshospitalet frem til Humlebakken er der ønske om, at regionalbusserne også vil kunne få udbytte af den prioritering, som etableringen af letbanetracéet vil medføre. Fra Humlebakken frem til terminalområdet ved J.F. Kennedys Plads og videre frem til Vesterbro gælder dette endvidere også de bybuslinjer, som betjener dette område.

I forhold til brand- og redningskørsel har Beredskabscenter Aalborg oplyst, at letbanetracéet i Universitetshospitalsområdet i henhold til de foreliggende planer indgår som brand- og redningsvej. Det vil i givet fald forudsætte en ændring i plan-

lægningen, hvis letbanetracéet etableres som ballasterede spor, hvor der sikres alternative brand- og redningsveje.

Den eksisterende busvej gennem hele Universitetsområdet indgår i dag som brand- og redningsvej. Det vil ikke umiddelbart være muligt at etablere en parallel forbindelse på grund af eksisterende bebyggelse, bassiner mv. Sikring af brand- og redningsveje forudsætter derfor, at der kan sikres adgang via tværgående forbindelser samt eventuelle krydsningsmuligheder.

På strækningen fra Pontoppidanstræde til Gigantium indgår busvejen som brand- og redningsvej. Anvendelse af ballasterede spor betyder derfor, at der ved planlægningen af områderne i City in Between skal tages højde for etablering af en brandvej langs tracéet med hertil hørende anlægsomkostninger.

Lokalt i Jyllandsgade ved udkørslen fra Beredskabscenter Aalborg vil der være behov for at sikre mulighed for krydsning af tracéet af hensyn til udrykningskørslen.

For biltrafikken indgår en kort strækning af busvejen under E45 frem til pendlerpladsen som en særlig ”tømmerute” ved events i Gigantium. Da adgangsforholdene ved Gigantium er problematiske vil fjernelse af denne tømmerute forudsætte at en alternativ løsning er tilvejebragt.

Anvendelsen af de centerlagte tracéer for letbanen i kombination med anvendelse af ballasterede spor vil indebære, at der ved haverier i køresporet etableres en ”prop” i trafikken. Passage vil kun kunne ske, hvis det havarede køretøj kan skubbes ind på cykelsti eller fortovsarealet. Dette vil udgøre en særlig udfordring på Sohngårdsholmsvej på grund af vejens overordnede trafikale betydning.

I hele Midtbyen og i Vestbyen skal letbanen dele tracé med nødvendig service- og ærindekørsel og med cyklister på visse delstrækninger. Samtidig er der et stort behov for, at der kan ske diffus krydsning over vejene for fodgængere mellem byfunktionerne langs vejene. Derfor er anvendelsen af ballasterede spor ikke mulig på disse strækninger.

Miljøforhold

Som tidligere nævnt indebærer anvendelsen af ballasterede spor særlige vedligeholdelsesforanstaltninger i forbindelse med komprimering af ballasten og friholdelse af ballasten for uønsket plantevækst.

Processen omkring komprimering af ballasten kan være problematisk i områder, der er følsomme for støj, støv og vibrationer. Det vil gøre sig gældende i boligområder, i Universitetshospitalsområdet, eventuelt i dele af Universitetsområdet og eventuelt i områder med rekreative interesser. Særligt støjforholdene kan have en betydning for, hvorvidt det vil være praktisk muligt at gennemføre vedligeholdelsesarbejder udenfor letbanens driftsperiode.

Der er i Golfparken vandindvindingsboringer i kort afstand af letbanetracéet langs Universitetsboulevarden. Anvendelse af ballasterede spor på denne delstrækning forudsætter derfor, at der ved ukrudtsbekæmpelsen i tracéet tages særligt hensyn hertil.

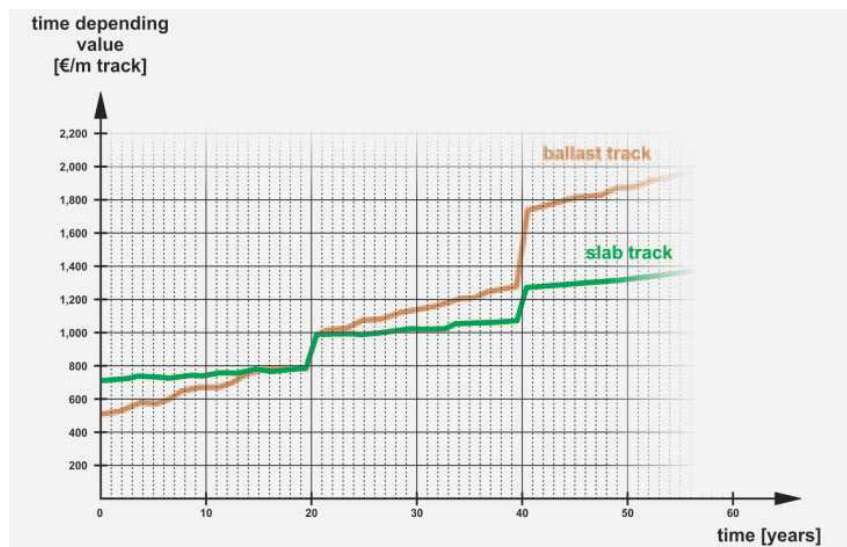


Figur 6 Miljømessige bindinger for anvendelse af ballastede strækninger.

4.1.3 Omkostninger

Ved sammenligning af omkostningerne ved en slab-track løsning og en løsning med ballastede spor er det væsentligt at være opmærksom på den forskel i omkostningsstrukturen, der knytter sig til de to løsninger.

Forskellige udenlandske studier peger på, at den relativt lave anlægsomkostning for ballastede spor indenfor en kortere årrække kompenseres af de højere driftsudgifter. Da betonpladen i slab-track løsningen forventes at have en meget lang levetid – måske 60 år eller mere, hvis udførelsen er korrekt – får dette en stor betydning for omkostningssammenligningen.



Figur 7 Evaluation of ballasted and slab-track types using discounted cash flow methods. Kilde: Schieder and Diederich (2007) "Installation Quality of Slab Track – A Decisive Factor for Maintenance."

Ovenstående må formodes at være baseret på en forudsætning om en ensartet belastning af de to sportyper og det konkluderes i undersøgelsen:

“Carefully carried out using high quality standards, slab track offers considerable advantages over ballasted track types, from both economic and technical standpoints. Slab track that is installed using high quality processes can deliver economic advantages that repay the high initial cost...” Schielder and Diederich (2007)

Det er imidlertid vigtigt at være opmærksom på, at brugen af tracéet til andre transportmidler, som muliggøres med slab-track – herunder i særlig grad anden tung transport – vil resultere i et slid, der vil påføre tracéet en driftsomkostning, der ellers ville belaste de omkringliggende vejanlæg.

I Göteborg har man således set højere driftsomkostninger til slab-track strækninger sammenlignet med strækninger med ballastede spor.

4.1.4 Maksimal udstrækning af ballastede spor

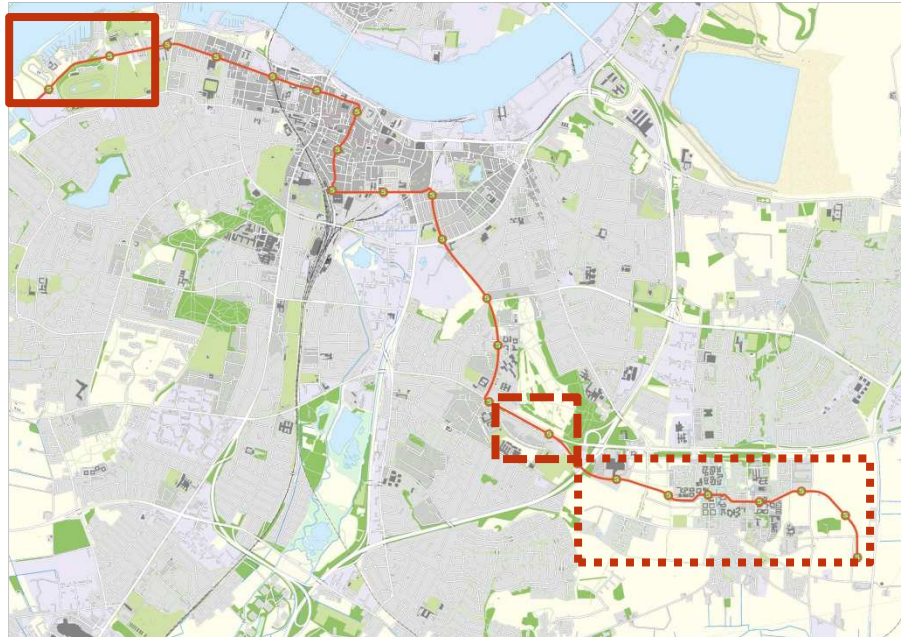
Med udgangspunkt i de skitserede bindinger i afsnit 4.1.2 vurderes det, at anvendelsen af ballastede spor for Aalborg Letbane alene vil være relevant at overveje i forhold til delstrækningen langs Skydebanevej fra depotet i Mølholm til stoppestedet Vesterkæret (ca. 1,4 km).

Accepteres det, at busser ikke kan anvende tracéet, kan strækningen mellem stoppestederne ved Grønlandstorv og Pendlerpladsen (ca. 1 km) eventuelt også anlægges som ballastede spor. Der gøres dog opmærksom på, at busserne netop på denne strækning tidligere oplevede store forsinkelser som følge af afviklingsproblemer på Universitetsboulevarden (baggrunden for at realisere busvejen med støtte fra fremkommelighedspuljen).

Løses hensynet til brand og redningsveje, samt servicekørsel på anden vis, og er vedligeholdelsen af ballasten ikke i konflikt med miljøhensyn (støj, vibrationer og støv) i Universitetsområdet og i Universitetshospitalsområdet, kan strækningen fra Pendlerpladsen til endestationen ved Universitetshospitalet eventuelt også anlægges som ballastede spor. Gennem Universitetsområdet forudsættes brugen af ballastede spor dog geometriske ændringer i busvejens nuværende forløb, idet de nuværende kurveradier er væsentligt lavere ($R=35\text{m}$), end hvad der er muligt ved ballastede spor ($R=90\text{m}$).

Det vurderes ikke som en mulig løsning at udrette busvejen. Derfor giver ovenstående tilsammen en samlet maksimal udstrækning af ballastede spor på ca. 4,7 km.

I depotområdet vurderes det ikke at være hensigtsmæssigt med ballastede spor. Der vil i depotområdet være behov for servicekørsel i bil, behov for let adgang til togsættene for servicepersonale, let vintervedligehold osv. Der har i Bergen været gjort forsøg med asfaltbelægning direkte på ballast i depotområde for at tilgodese nogle af disse hensyn, men det har ikke været en succes. Tilsvarende erfaring for kort levetid for en sådan løsning er refereret i *“Trackway Infrastructure Guidelines for Light Rail Circulator Systems” J. H. Graebner et. al 2007.*



Figur 8 Maksimal udstrækning af ballasterede spor.

Anlæg

Den mulige besparelse for de potentielle delstrækninger for anvendelse af ballasterede spor er estimeret i tabel 5. For hver delstrækning er medtaget omkostninger til sikring af krydsningsmuligheder med STRAIL løsninger.

	Depot til Vesterkæret stoppested	Grønlandstorv til Pendlerpladsen	Pendlerpladsen til Pontoppidanstræde ¹	Pontoppidanstræde til Selma Lagerløfs Vej ²	Hospitalsområdet ³	I alt
Fysikoverslag	10,2 mio. kr.	9,0 mio. kr.	9,1 mio. kr.	1,2 mio. kr.	8,7 mio. kr.	38,2 mio. kr.
Basisoverslag	12,0 mio. kr.	10,5 mio. kr.	10,6 mio. kr.	1,4 mio. kr.	10,1 mio. kr.	44,6 mio. kr.
Anlægsoverslag	15,0 mio. kr.	13,2 mio. kr.	13,3 mio. kr.	1,7 mio. kr.	12,7 mio. kr.	55,9 mio. kr.
Ankerbudget	16,5 mio. kr.	14,5 mio. kr.	14,6 mio. kr.	1,9 mio. kr.	13,9 mio. kr.	61,4 mio. kr.
Samlet bevilling	19,5 mio. kr.	17,1 mio. kr.	17,3 mio. kr.	2,2 mio. kr.	16,5 mio. kr.	72,6 mio. kr.

¹⁾ Der er antaget langsgående redningsvej (2,8 m) langs tracéet i løsningen med ballasterede spor. Ny tømmerute ved Gigantium er ikke medregnet.

²⁾ Der er antaget langsgående redningsvej (2,8 m) langs tracéet i løsningen med ballasterede spor. Der er af hensyn til betjening af store p-arealer ved Fredrik Bajers Vej indregnet fast belægning 75m på hver side af denne.

³⁾ Der er indregnet langsgående redningsvej (2,8 m) langs tracéet i løsningen med ballasterede spor.

Tabel 5 Estimeret besparelse i anlægsudgift ved anvendelse af ballasterede spor på de delstrækninger, hvor kan være muligt.

Ovenstående indebærer følgende:

- › Det vil ikke være muligt at køre nøddrift med busser på strækningerne, dvs. at erstatningsbusser skal følge andre ruter
- › Det vil ikke være muligt at føre regionalbusser frem til Aalborg Busterminal via tracéet.

Drift

Uanset om der anvendes ballasterede spor eller slab-track, vil der være et slid på skinnerne, som nødvendiggør vedligehold og evt. udskiftning af disse. Denne omkostning vil formentlig være den samme uanset sportype.

Hvis man med udgangspunkt i den skitserede vedligeholdelsesplan opgør driftsudgifterne for hhv. ballasterede spor og slab-track, og af hensyn til sammenligningen ser bort fra effekten ved eventuel buskørsel i tracéet, har SYSTRA fra franske erfaringer estimeret, at det ballasterede spor vil have en årlig vedligeholdelsesudgift på 117 kr./m¹, mens slab-track sporet vil have en årlig vedligeholdelsesudgift på 20 kr./m, hvis der antages en asfaltbefæstelse i dette (enhedspriserne er korrigerede for forskellen mellem danske og franske priser). Dette svarer til en årlig merudgift for ballasterede spor på ca. 465.000 kr.

Med en samlet strækningslængde på ca. 4,7 km, giver dette over en 30 års cyklus en samlet driftsomkostning på knap 17 mio. kr. for ballasterede spor og ca. 3,5 mio. kr. for slab-track sporet. Meromkostningerne til driften af en ballasteret strækning i en 30 års periode vil således svare til ca. 35 % af forskellen i fysikoverslaget mellem ballasterede spor og slab-track spor.

I år 30 vil der i henhold til vedligeholdelsesplanen ligge en omkostning til udskiftning af sveller og ballast. Denne er skønnet at udgøre ca. 29 mio. kr.

Samfundsøkonomi

Der er gennemført en samfundsøkonomisk beregning i TERESA 3 af scenariet for den maksimale udstrækning af ballasterede spor på 4,7 km, der tager højde for de anlægsmæssige besparelser og vedligeholdelsesmæssige meromkostninger, som løsningen vil indebære.

Beregningerne følger anbefalingerne i Transportministeriets "Manual for samfundsøkonomiske analyser" (2003) og de tilhørende Transportøkonomiske Enhedspriser (senest opdateret 2013) samt Transportministeriets officielle beregningsmodel for samfundsøkonomiske analyser, TERESA (version 3).

Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse er opsummeret i tabel 8. Det anbefalede krav er en positiv nettonutidsværdi (NNV) og en intern rente på mindst 4 pct. Det ses, at alternativet med anvendelse af 4,7 km ballasterede spor ikke opfylder

¹ Beløbet er et skøn, som kan variere meget afhængigt af lokale forhold og udførelsen af baneanlægget. Erfaringer fra Odderbanen peger i retning af en årlig vedligeholdelsesomkostning for ballasterede spor på 428 kr./m. Ud fra dette må ovenstående estimat antages at være et konservativt skøn over den meromkostning, som anvendelsen af ballasterede spor kan medføre.

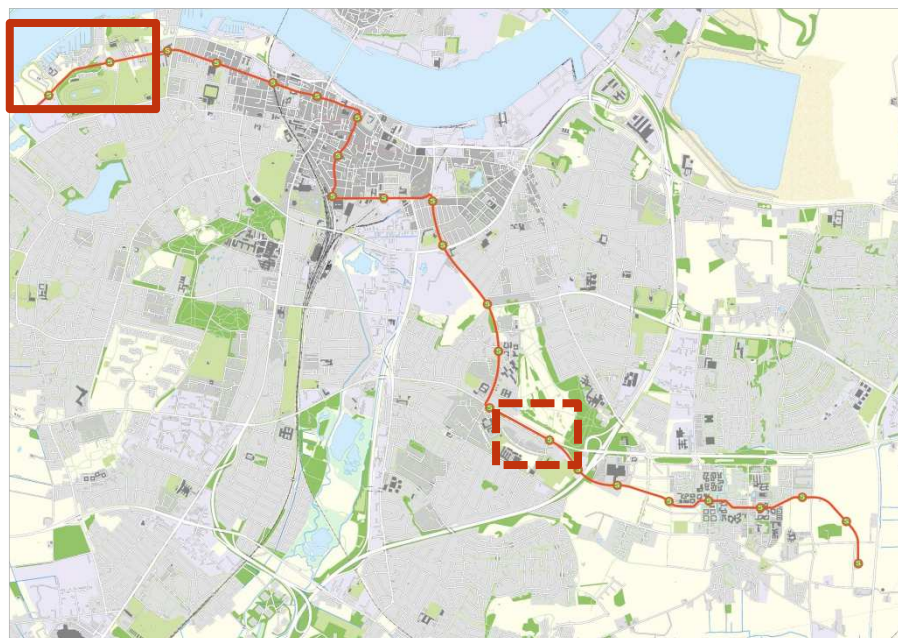
der dette. Beregningen giver en NNV på godt -3,3 mia. kr. og en negativ intern rente.

mio. DKK	Letbane med ballasterede spor
Anlægsomkostninger	-1.776
Depot og materiel	-712
Restværdi	369
Sparede reinvesteringer (ledninger)	226
Anlægsomkostninger:	-1.893
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	8
Driftsomkostninger, letbane	-1.538
Sparede driftsomkostninger, øvrige busser	1.206
Billetindtægter, kollektiv trafik	624
Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:	301
Tidsgevinster, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-1.362
Tidsgevinster, kollektiv transport	244
Kørselsomkostninger, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-135
Brugereffekter:	-1.254
Luftforurening	5
Klima (CO2)	4
Eksterne omkostninger:	9
Afgiftskonsekvenser	-16
Arbejdsudbudsforvridning	-476
Øvrige konsekvenser:	-492
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-3.330
Intern rente	Neg.

Tabel 6 Resultater af den samfundsøkonomiske analyse for letbanealternativet mellem Norden og Universitetshospitalet med en maksimal anvendelse af ballasterede spor. Resultaterne er opgjort som basis minus projekt, så et positivt fortegn er en samfundsøkonomisk gevinst.

4.1.5 Realistisk udstrækning af ballasterede spor

Betragtes alene strækningerne, hvor alternative redningsveje ikke vil være påkrævet, vil den samlede udstrækning af ballasterede spor være ca. 2,4 km svarende til delstrækningen langs Skydebanevej fra depotet i Mølholm til stoppestedet Vesterkæret samt delstrækningen mellem Grønlandstov og Pendlerpladsen.



Figur 9 Realistisk udstrækning af ballasterede spor.

Anlæg

Den mulige besparelse for de potentielle delstrækninger for anvendelse af ballasterede spor er estimeret i tabel 5. For hver delstrækning er medtaget omkostninger til sikring af krydsningsmuligheder med STRAIL løsninger.

	Depot til Vesterkæret stoppested	Grønlandstov til Pendlerpladsen	I alt
Fysikoverslag	10,2 mio. kr.	9,0 mio. kr.	19,2 mio. kr.
Basisoverslag	12,0 mio. kr.	10,5 mio. kr.	22,5 mio. kr.
Anlægsoverslag	15,0 mio. kr.	13,2 mio. kr.	28,2 mio. kr.
Ankerbudget	16,5 mio. kr.	14,5 mio. kr.	31,0 mio. kr.
Samlet bevilling	19,5 mio. kr.	17,1 mio. kr.	36,6 mio. kr.

Tabel 7 Estimeret besparelse i anlægsudgift ved anvendelse af ballasterede spor på de delstrækninger, hvor det vurderes realistisk muligt.

Ovenstående indebærer følgende:

- › Det vil ikke være muligt at køre nøddrift med busser på strækningerne, dvs. at erstatningsbusser skal følge andre ruter
- › Det vil ikke være muligt at føre regionalbusser frem til Aalborg Busterminal via tracéet.

Drift

Med udgangspunkt i samme forudsætning om, at det ballastede spor vil have en årlig vedligeholdelsesudgift på 117 kr./m², mens slab-track sporet vil have en årlig vedligeholdelsesudgift på 20 kr./m, hvis der antages en asfaltbefæstelse i dette (enhedspriserne er korrigerede for forskellen mellem danske og franske priser), svarer dette til en årlig merudgift for ballastede spor på knap 240.000 kr.

Med en samlet strækningslængde på ca. 2,4 km, giver dette over en 30 års cyklus en samlet driftsomkostning på 8,6 mio. kr. for ballastede spor og 1,4 mio. kr. for slab-track sporet. Meromkostningerne til driften af en ballasteret strækning i en 30 års periode vil således svare til ca. 37 % af forskellen i fysikoverslaget mellem ballastede spor og slab-track spor.

I år 30 vil der i henhold til vedligeholdelsesplanen ligge en omkostning til udskiftning af sveller og ballast. Denne er skønnet at udgøre knap 15 mio. kr.

Samfundsøkonomi

Der er gennemført en samfundsøkonomisk beregning i TERESA 3 af scenariet for den realistiske udstrækning af ballastede spor på 2,4 km, der tager højde for de anlægsmæssige besparelser og vedligeholdelsesmæssige meromkostninger, som løsningen vil indebære.

Beregningerne følger anbefalingerne i Transportministeriets "Manual for samfundsøkonomiske analyser" (2003) og de tilhørende Transportøkonomiske Enhedspriser (senest opdateret 2013) samt Transportministeriets officielle beregningsmodel for samfundsøkonomiske analyser, TERESA (version 3).

Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse er opsummeret i tabel 8. Det anbefalede krav er en positiv nettonutidsværdi (NNV) og en intern rente på mindst 4 pct. Det ses, at alternativet med anvendelse af 2,4 km ballastede spor ikke opfylder dette. Beregningen giver en NNV på knap -3,4 mia. kr. og en negativ intern rente.

² Beløbet er et skøn, som kan variere meget afhængigt af lokale forhold og udførelsen af baneanlægget. Erfaringer fra Odderbanen peger i retning af en årlig vedligeholdelsesomkostning for ballastede spor på 428 kr./m. Ud fra dette må ovenstående estimat antages at være et konservativt skøn over den meromkostning, som anvendelsen af ballastede spor kan medføre.

mio. DKK	Letbane med ballasterede spor
Anlægsomkostninger	-1.803
Depot og materiel	-712
Restværdi	374
Sparede reinvesteringer (ledning)	226
Anlægsomkostninger:	-1.915
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	8
Driftsomkostninger, letbane	-1.534
Sparede driftsomkostninger, øvrige busser	1.206
Billetindtægter, kollektiv trafik	624
Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:	304
Tidsgevinster, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-1.362
Tidsgevinster, kollektiv transport	244
Kørselsomkostninger, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-135
Brugereffekter:	-1.254
Luftforurening	5
Klima (CO ₂)	4
Eksterne omkostninger:	9
Afgiftskonsekvenser	-16
Arbejdsudbudsforvridning	-481
Øvrige konsekvenser:	-497
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-3.353
Intern rente	Neg.

Tabel 8 *Resultater af den samfundsøkonomiske analyse for letbanealternativet mellem Norden og Universitetshospitalet med en realistisk anvendelse af ballasterede spor. Resultaterne er opgjort som basis minus projekt, så et positivt fortegn er en samfundsøkonomisk gevinst.*

4.2 Anvendelse af grønt tracé

Anvendelse af grønt tracé som alternativ til fast befæstelse på slab-track kan reducere anlægsomkostningen.

I modsætning til ballasterede spor kan et grønt tracé etableres på en måde, som muliggør kørsel med redningskøretøjer og lignende, hvilket kan åbne mulighed for en større udstrækning. Omkostningen ved etablering af et grønt tracé, hvorpå der kan køre redningskøretøjer, er dog stort set næsten den samme som ved etablering af slab-track med asfaltbelægning. Det vil derfor ikke være som et sparetiltag, at denne løsning tilvælges, men som et tiltag til at opnå nogle af de øvrige fordele, som den grønne belægning kan give (forebyggelse af øvrig færdsel, støjreduktion, begrænsning af overfladevand, æstetik mv.).

Sparemuligheden knytter sig således primært til de strækninger, hvor øvrig færdsel i tracéet eventuelt kan undgås, dvs. de samme delstrækninger som nævnt ovenfor i forhold til ballasterede spor.

Anlæg

Den mulige besparelse for de potentielle delstrækninger for anvendelse af grønne spor er estimeret i tabel 9.

	Depot til Vesterkæret stoppested	Grønlandstov til Pendlerpladsen	Pendlerpladsen til Pontoppidanstræde ¹	Pontoppidanstræde til Selma Lagerlöfs Vej ²	Hospitalsområdet ²	I alt
Fysikoverslag	4,2 mio. kr.	4,2 mio. kr.	3,9 mio. kr.	2,7 mio. kr.	2,2 mio. kr.	17,2 mio. kr.
Basisoverslag	5,0 mio. kr.	4,9 mio. kr.	4,5 mio. kr.	3,2 mio. kr.	2,6 mio. kr.	20,2 mio. kr.
Anlægsoverslag	6,2 mio. kr.	6,1 mio. kr.	5,6 mio. kr.	4,0 mio. kr.	3,2 mio. kr.	25,1 mio. kr.
Ankerbudget	6,8 mio. kr.	6,7 mio. kr.	6,2 mio. kr.	4,4 mio. kr.	3,5 mio. kr.	27,6 mio. kr.
Samlet bevilling	8,0 mio. kr.	8,0 mio. kr.	7,3 mio. kr.	5,2 mio. kr.	4,2 mio. kr.	32,7 mio. kr.

¹⁾ Der er antaget langsgående redningsvej (2,8 m) langs tracéet i løsningen med grønt tracé. Ny tømmerute ved Gigantium er ikke medregnet.

²⁾ Der er antaget at det grønne tracé anlægges således, at det er muligt at anvende dette som redningsvej. Der er af hensyn til betjening af store p-arealer ved Fredrik Bajers Vej indregnet fast belægning 75m på hver side af denne.

Tabel 9 Estimeret besparelse i anlægsudgift ved anvendelse af grønt tracé på de delstrækninger, hvor dette er muligt funktionsmæssigt.

5 Besparelsmuligheder i forhold til linjen

Det udarbejdede forslag for en letbane i Aalborg mellem Mølholmparken og Universitetshospitalet er baseret på en forudsætning om at betjene eksisterende byområder med en stor tæthed samt at betjene en række områder med et betydeligt byudviklingspotentiale.

I det følgende belyses 2 alternative afkortede etaper. Dette indebærer, at større dele af byområdet ikke bliver betjent med letbanen, hvorfor der ikke kun økonomisk men også funktionelt er tale om løsninger, som adskiller sig fra det udarbejdede forslag.

5.1 Afkortning af letbaneetapen ved Aalborg St.

I dette afsnit belyses en afkortet letbaneetape på ca. 7,8 km med et forløb fra Aalborg Station ved J.F. Kennedys Plads til det nye Aalborg Universitetshospital. Løsningen indebærer, at togsættene skal vende på J.F. Kennedys Plads, samt at depotet for letbanen skal etableres i Aalborg Øst. Det forudsættes, at depotet etableres, så det kan håndtere materiel for en fuld etape 1.

Tilpasset busnet

Aalborg Kommune og NT har udarbejdet et nyt tilpasset busnet, som tager højde for konsekvenserne af at afkorte letbanen.

De forudsatte ændringer er:

- › Linje 2 nedlægges fra Busterminalen og til AAU, grenene til hhv. Lindholm og Øster Uttrup ændres til to enkeltradiale linjer.
- › Linje 14 og 15 omlægges som for den fuldt udbyggede etape 1.

Der henvises til notatet ”Alternativ rutenet i forbindelse med letbanen 1. etape” for en nærmere beskrivelse af det tilpassede busnet for dette alternativ.

Driftsplan

Der er udarbejdet en revideret driftsplan for at fastlægge rejsetid, omløbstid og omfanget af nødvendigt materiel.

Simuleringen af driften har givet følgende hovedresultater:

- › Rejsetiden fra Aalborg St. til Universitetshospitalet er godt 20 minutter.
- › Omløbstiden er 50 minutter, svarende til 25 minutter pr. retning.
- › Det nødvendige antal letbanetog er 11 togsæt.

Det er i driftsplanen påpeget, at det ved en afslutning af etappen ved J. F. Kennedys Plads ikke er muligt at sikre den fornødne plads til at vende letbanetogene efter sidste stoppested. Der må derfor placeres et krydsningsspor i Jyllandsgade.

Der henvises til notatet ”Preliminary Operating Plan – Kennedys Plads to Universitetshospitalet” for en nærmere beskrivelse af driftsplanen for dette alternativ.

Trafikale virkninger

Der er foretaget en trafikmodelkørsel for beregningsåret 2025 med samme vækstforudsætninger som for den fuldt udbyggede etape 1.

En afkortning af etape 1 ved Aalborg St. indebærer, at det eksisterende vejnet gennem Vestbyen og Midtbyen fastholdes uændret. Derfor reduceres stigningerne i biltrafikarbejdet målt i kørt kilometer og kørt timer sammenholdt med den fuldt udbyggede løsning.

	Øget rejsetid (timer pr. døgn)
Letbane Aalborg St.-Universitetshospitalet	513

Tabel 10 Modelberegnet øget rejsetid for bilister på hverdage i år 2025.

Da der sker en afkortning af linjen, udgår stoppestederne vest for J. F. Kennedys Plads, hvilket øger gangafstanden til letbanen og dermed påvirker passagertallet. Samtidig vil det ikke være relevant at etablere parker-og-rejs anlæg ved Mølholmparken.

	Påstigere letbane	Påstigere øvrige busser og tog	Påstigere i den kollektive trafik i alt
Letbane Aalborg St.-Universitetshospitalet	16.200	92.000	109.100

Tabel 11 Antallet af påstigere i den kollektive trafik på hverdage i år 2025.

I forhold til det samlede antal rejser i den kollektive trafik og de rejsetidsbesparelser som trafikanterne i den kollektive trafik opnår, vil der i forhold til den fuldt udbyggede løsning være tale om et væsentligt fald, idet flere rejsende påføres et skift. Flere skift medfører dog ikke et væsentligt fald i det samlede påstigertal, fordi flere rejsende bliver nødt til at foretage omstigning på deres tur, hvorved de får to påstigninger på en tur.

	Sparede passagertimer pr. døgn
Letbane Aalborg St.-Universitetshospitalet	-18

Tabel 12 Modelberegnet sparet rejsetid for kollektive passagerer med letbane på hverdage i år 2025.

Anlægsøkonomi

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for dette alternativ med udgangspunkt i delstrækning 4-7 for det foreliggende anlægsoverslag for den fuldt udbyggede etape 1. Der er dog medtaget omkostninger til etablering af et stoppested samt etablering af et terminalområde ved J. F. Kennedys Plads og Aalborg St. Omkostningen for en større strømforsyning nær depotet ved Universitetshospitalet er desuden tilføjet til delstrækning 7.

Tabel 13 viser det samlede anlægsoverslag for dette alternativ i 2013-prisniveau fordelt på hovedposter. Den samlede bevilling for dette alternativ er beregnet til godt 1 mia. kr. Dette svarer til en km-pris på godt 130 mio. kr.

Tracé	312,5
Perroner	49,1
Sidearealer	102,8
Ledningsomlægninger	20,9
Erstatninger	20,5
Særlige konstruktioner	-
Arbejdsplads	34,0
Fysikoverslag	539,8
Basisoverslag (Fysikoverslag + EKB)	646,6
Anlægsoverslag (Basisoverslag + PTA)	781,5
Ankerbudget (K2-A 10 %)	859,7
Samlet bevilling (K2-B 20 %)	1016,0

Tabel 13 Anlægsudgifter for etableringen af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet opgjort i mio. kr. i 2013-prisniveau, ekskl. moms.

Udgiften inkl. bygherres reserve (svarende til ankerbudgettet) for et kontrol- og vedligeholdelsescenter i Aalborg Øst inkl. tilvejebringelse af tilkørselsvej og forbindelse mellem linjen og depotet er beregnet til ca. 373 mio. kr.

Indkøb af rullende materiel for etape 1 er fastlagt til ca. 220 mio. kr. Den samlede driftsrelaterede anlægsinvestering for en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet er således beregnet til godt 590 mio. kr.

Driftsøkonomi

Antal tog

Systra har i deres driftsplan fastlagt et behov for 11 tog.

Letbanedrift

Systra har anslået den gennemsnitlige rejsetid til at være godt 20 minutter. Med samme køreplanperiode og frekvens som ved den fuldt udbyggede løsning er det for dette alternativ beregnet, at letbanen årligt vil være i drift i ca. 30.400 køreplantimer svarende til en årlig driftsudgift på ca. 52 mio. kr. uden kapitalomkostninger (tabel 14).

Køreplantimer / år	30.400
Drift og vedligehold af materiel og depot, mio. DKK / år	47,3
Drift og vedligehold af spor, mio. DKK / år	3,3
Drift og vedligehold af kørestrøm, mio. DKK / år	1,4
Samlet driftsomkostning, mio. DKK / år	52,0

Tabel 14 Antal årlige køreplantimer samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter ekskl. kapitalomkostninger for etableringen af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet i 2025.

Tabel 15 viser en oversigt over de anslåede besparelser for busdriften på baggrund af de beskrevne ændringer i afsnittet ”Tilpasset busnet”. Det er anslået, at der årligt kan spares ca. 37.150 køreplantimer svarende til knap 37 mio. kr.

Rute	Køreplantimer / år	Driftsudgifter / år mio. DKK
2	32.060	23,1
15	5.090	3,7
I alt	37.150	26,8

Tabel 15 Oversigt over mulige årlige besparelser for busdriften i 2025 som følge af etableringen af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet. Metrobus 5 og 6 har kun få daglige afgang og er derfor ikke vist i oversigten.

Modelberegninger viser, at antallet af påstigninger i den kollektive trafik på en hverdag øges med ca. 9.400 ved etablering af dette alternativ. En væsentlig del af dette øgede antal påstigere vil dog være som følge af et øget antal skift.

Med udgangspunkt i en gennemsnitlig billetindtægt pr. påstiger på 9,75 kr. i 2013-prisniveau er disse passagerstigninger omregnet til en årlig merindtægt ved etablering af dette alternativ. Der er taget højde for det øgede antal skift ved at korrigere det samlede påstigertal med det samlede antal kollektive rejser ift. en fuldt udbyg-

get etape 1. Til omregning fra hverdag til år er der regnet med 300 køreplandage om året for at tage højde for variation i passageromfang mellem hverdag og week-end.

Den årlige merindtægt er anslået til godt 16 mio. kr.

Øgede indtægter, mio. DKK / år	16,3
--------------------------------	------

Tabel 16 Øgede årlige passagerindtægter i 2025 ved etablering af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet.

Tabel 17 viser det samlede årlige driftsresultat for dette alternativ for år 2025. Det understreges, at kapitalomkostninger indgår ikke i driftsudgifterne i denne tabel.

På baggrund af de anvendte forudsætninger er det anslået, at etablering af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet vil medføre et årligt driftsunderskud på knap 9 mio. kr.

Drift- og vedligeholdelsesudgifter, mio. DKK pr. år	-52,0
Sparet busdrift, mio. DKK pr. år	+26,8
Øgede indtægter, mio. DKK pr. år	+16,3
Samlet driftsresultat, mio. DKK pr. år	-8,9

Tabel 17 Ændringer i det årlige nettodriftsresultat for den kollektive trafik i Aalborg i 2025 som følge af etablering af en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet opgjort i mio. kr. i 2013-prisniveau. Kapitalomkostninger indgår ikke i driftsudgifterne.

Samfundsøkonomi

Der er gennemført en samfundsøkonomisk beregning af det afkortede alternativ i TERESA 3. Beregningerne følger anbefalingerne i Transportministeriets "Manual for samfundsøkonomiske analyser" (2003) og de tilhørende Transportøkonomiske Enhedspriser (senest opdateret 2013) samt Transportministeriets officielle beregningsmodel for samfundsøkonomiske analyser, TERESA (version 3).

Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse er opsummeret i tabel 18. Det anbefalede krav er en positiv nettonutidsværdi (NNV) og en intern rente på mindst 4 pct. Det ses, at det afkortede alternativ ikke opfylder dette. Beregningen giver en NNV på knap -2,0 mia. kr. og en negativ intern rente.

mio. DKK	Aalborg St. - Universitetshospitalet
Anlægsomkostninger	-1.014
Depot og materiel	-368
Restværdi	232
Sparede reinvesteringer (ledning)	97
Anlægsomkostninger:	-1.053
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	3
Driftsomkostninger, letbane	-925
Sparede driftsomkostninger, øvrige busser	477
Billetindtægter, kollektiv trafik	359
Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:	-86
Tidsgevinster, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-416
Tidsgevinster, kollektiv transport	-17
Kørselsomkostninger, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-55
Brugereffekter:	-488
Luftforurening	-4
Klima (CO ₂)	2
Eksterne omkostninger:	-2
Afgiftskonsekvenser	-29
Arbejdsudbudsforvridning	-326
Øvrige konsekvenser:	-355
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-1.984
Intern rente	Neg.

Tabel 18 *Resultater af den samfundsøkonomiske analyse for letbanealternativet mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet. Resultaterne er opgjort som basis minus projekt, så et positivt fortegn er en samfundsøkonomisk gevinst.*

5.2 Afkortning af letbaneetapen ved Vesterkæret St.

I dette afsnit belyses en afkortet letbaneetape på ca. 10,8 km med et forløb fra Vesterkæret St. til det nye Aalborg Universitetshospital. Løsningen indebærer, at tog-sættene skal vende på Skydebanevej umiddelbart vest for stoppestedet, samt at depotet for letbanen skal etableres i Aalborg Øst. Det forudsættes, at depotet etableres, så det kan håndtere materiel for en fuld etape 1.

Tilpasset busnet

Det forudsættes, at det allerede udarbejdede tilpassede busnet for forslaget for den fuldt udbyggede etape 1.

Der henvises til notatet ”Alternativ rutenet i forbindelse med letbanen 1. etape” for en nærmere beskrivelse af det tilpassede busnet for dette alternativ.

Driftsplan

Der er udarbejdet en revideret driftsplan for at fastlægge rejsetid, omløbstid og omfanget af nødvendigt materiel.

Simuleringen af driften har givet følgende hovedresultater:

- › Rejsetiden fra Vesterkæret til Universitetshospitalet er godt 29 minutter.
- › Omløbstiden er 72 minutter, svarende til 36 minutter pr. retning.
- › Det nødvendige antal letbanetog er 15 togsæt.

Der henvises til notatet ” Preliminary Operating Plan – Vesterkæret to Universitetshospitalet” for en nærmere beskrivelse af driftsplanen for dette alternativ.

Trafikale virkninger

Der er foretaget en trafikmodelkørsel for beregningsåret 2025 med samme vækstforudsætninger som for den fuldt udbyggede etape 1.

Løsningen indebærer samme ændringer i vejnettet i Midtbyen og i Vestbyen som den fuldt udbyggede løsning, og derfor er stigningerne i biltrafkarbejdet målt i kørte kilometer og kørte timer tættere på den fuldt udbyggede løsning.

	Øget rejsetid (timer pr. døgn)
Letbane Vesterkæret-Universitetshospitalet	1.181

Tabel 19 Modelberegnet øget rejsetid for bilister på hverdage i år 2025.

Da der sker en afkorting af linjen, udgår stoppestederne Marina og Norden vest for Vesterkæret St., hvilket øger gangafstanden til letbanen og dermed påvirker passagertallet. Samtidig vil det ikke være relevant at etablere parker-og-rejs anlæg ved Mølholmparken.

	Påstigere letbane	Påstigere øvrige busser og tog	Påstigere i den kollektive trafik i alt
Letbane Vesterkæret-Universitetshospitalet	23.600	83.700	107.300

Tabel 20 Antallet af påstigere i den kollektive trafik på hverdage i år 2025.

I forhold til det samlede passagertal i den kollektive trafik og de rejsetidsbesparelser, som trafikanterne i den kollektive trafik opnår, vil der i forhold til den fuldt udbyggede løsning være tale om et fald.

	Sparede passagertimer pr. døgn
Letbane Vesterkæret-Universitetshospitalet	57

Tabel 21 Modelberegnet sparet rejsetid for kollektive passagerer med letbane på hverdage i år 2025.

Anlægsøkonomi

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for dette alternativ med udgangspunkt i delstrækning 1-7 for det foreliggende anlægsoverslag for den fuldt udbyggede etape 1. Delstrækning 1 er dog korrigeret ift. afkortningen ved Vesterkæret. Omkostningen for en større strømforsyning nær depotet ved Universitetshospitalet er desuden tilføjet til delstrækning 7.

Tabel 22 viser det samlede anlægsoverslag for dette alternativ i 2013-prisniveau fordelt på hovedposter. Den samlede bevilling for dette alternativ er beregnet til knap 1,6 mia. kr. Dette svarer til en km-pris på knap 147 mio. kr.

Tracé	418,3
Perroner	73,9
Sidearealer	186,5
Ledningsomlægninger	45,3
Erstatninger	64,1
Særlige konstruktioner	7,8
Arbejdsplads	51,2
Fysikoverslag	847,1
Basisoverslag (Fysikoverslag + EKB)	1.006,0
Anlægsoverslag (Basisoverslag + PTA)	1.217,8
Ankerbudget (K2-A 10 %)	1.339,4
Samlet bevilling (K2-B 20 %)	1.583,0

Tabel 22 Anlægsudgifter for etableringen af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet opgjort i mio. kr. i 2013-prisniveau, ekskl. moms.

Udgiften inkl. bygherres reserve (svarende til ankerbudgettet) for et kontrol- og vedligeholdesescener i Aalborg Øst inkl. tilvejebringelse af tilkørselsvej og forbindelse mellem linjen og depotet er beregnet til ca. 373 mio. kr.

Indkøb af rullende materiel for etape 1 er fastlagt til ca. 300 mio. kr. Den samlede driftsrelaterede anlægsinvestering for en letbane mellem Aalborg St. og Universitetshospitalet er således beregnet til godt 670 mio. kr.

Driftsøkonomi

Antal tog

Systra har i deres driftsplan fastlagt et behov for 15 tog.

Letbanedrift

Systra har anslået den gennemsnitlige rejsetid til at være godt 29 minutter. Med samme køreplanperiode og frekvens som ved den fuldt udbyggede løsning er det for dette alternativ beregnet, at letbanen årligt vil være i drift i ca. 43.400 køreplantimer svarende til en årlig driftsudgift på knap 74 mio. kr. uden kapitalomkostninger (tabel 23).

Køreplantimer / år	43.400
Drift og vedligehold af materiel og depot, mio. DKK / år	67,5
Drift og vedligehold af spor, mio. DKK / år	4,5
Drift og vedligehold af kørestrøm, mio. DKK / år	1,9
Samlet driftsomkostning, mio. DKK / år	73,9

Tabel 23 Antal årlige køreplantimer samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter ekskl. kapitalomkostninger for etableringen af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet i 2025.

Tabel 24 viser en oversigt over de anslåede besparelser for busdriften på baggrund af de beskrevne ændringer i afsnittet ”Tilpasset busnet”. Det er anslået, at der årligt kan spares ca. 94.000 køreplantimer svarende til knap 68 mio. kr.

Rute	Køreplantimer / år	Driftsudgifter / år mio. DKK
2	69.790	50,2
12	7.280	5,2
13	4.250	3,1
15	5.090	3,7
16	7.740	5,6
I alt	94.150	67,8

Tabel 24 Oversigt over mulige årlige besparelser for busdriften i 2025 som følge af etableringen af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet. Metrobus 5 og 6 har kun få daglige afgange og er derfor ikke vist i oversigten.

Modelberegninger viser, at antallet af påstigninger i den kollektive trafik på en hverdag øges med ca. 7.600 ved etablering af dette alternativ.

Med udgangspunkt i en gennemsnitlig billetindtægt pr. påstiger på 9,75 kr. i 2013-prisniveau er disse passagerstigninger omregnet til en årlig merindtægt ved etablering af dette alternativ. Der er taget højde for et øget antal skift ved at korrigere det samlede påstigertal med det samlede antal kollektive rejser ift. en fuldt udbygget etape 1. Til omregning fra hverdag til år er der regnet med 300 køreplandage om året for at tage højde for variation i passageromfang mellem hverdag og weekend.

Den årlige merindtægt er anslået til knap 22 mio. kr.

Øgede indtægter, mio. DKK / år	21,8
--------------------------------	------

Tabel 25 Øgede årlige passagerindtægter i 2025 ved etablering af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet.

Tabel 26 viser det samlede årlige driftsresultat for dette alternativ for år 2025. Det understreges, at kapitalomkostninger indgår ikke i driftsudgifterne i denne tabel.

På baggrund af de anvendte forudsætninger er det anslået, at etablering af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet vil medføre et årligt driftsoverskud på knap 16 mio. kr.

Drift- og vedligeholdelsesudgifter, mio. DKK pr. år	-73,9
Sparet busdrift, mio. DKK pr. år	+67,7
Øgede indtægter, mio. DKK pr. år	+21,8
Samlet driftsresultat, mio. DKK pr. år	+15,6

Tabel 26 Ændringer i det årlige nettodriftsresultat for den kollektive trafik i Aalborg i 2025 som følge af etablering af en letbane mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet opgjort i mio. kr. i 2013-prisniveau. Kapitalomkostninger indgår ikke i driftsudgifterne.

Samfundsøkonomi

Der er gennemført en samfundsøkonomisk beregning af det afkortede alternativ i TERESA 3. Beregningerne følger anbefalingerne i Transportministeriets "Manual for samfundsøkonomiske analyser" (2003) og de tilhørende Transportøkonomiske Enhedspriser (senest opdateret 2013) samt Transportministeriets officielle beregningsmodel for samfundsøkonomiske analyser, TERESA (version 3).

Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse er opsummeret i tabel 27. Det anbefalede krav er en positiv nettonutidsværdi (NNV) og en intern rente på mindst 4 pct. Det ses, at det afkortede alternativ ikke opfylder dette. Beregningen giver en NNV på knap -3,0 mia. kr. og en negativ intern rente.

mio. DKK	Vesterkæret - Universitetshospitalet
Anlægsomkostninger	-1.680
Depot og materiel	-388
Restværdi	347
Sparede reinvesteringer (ledninger)	210
Anlægsomkostninger:	-1.511
Driftsomkostninger, vejinfrastruktur	8
Driftsomkostninger, letbane	-1.315
Sparede driftsomkostninger, øvrige busser	1.206
Billetindtægter, kollektiv trafik	481
Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:	380
Tidsgevinster, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-1.362
Tidsgevinster, kollektiv transport	54
Kørselsomkostninger, vej (personbiler, varebiler og lastbiler)	-135
Brugereffekter:	-1.444
Luftforurening	7
Klima (CO ₂)	4
Eksterne omkostninger:	12
Afgiftskonsekvenser	4
Arbejdsudbudsforvridning	-399
Øvrige konsekvenser:	-395
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-2.958
Intern rente	Neg.

Tabel 27 *Resultater af den samfundsøkonomiske analyse for letbanealternativet mellem Vesterkæret og Universitetshospitalet. Resultaterne er opgjort som basis minus projekt, så et positivt fortegn er en samfundsøkonomisk gevinst.*