

Agder Kollektivtrafikk AS

Elektrifisering av bybussene i Agder

Sluttrapport

Desember 2017



Oppdragsnr.: 5176113 Dokumentnr.: 3 Versjon: 1.0
2017-12-22

Oppdragsgiver: Agder Kollektivtrafikk AS

Oppdragsgivers kontaktperson: Hilde Bergersen

Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika

Oppdragsleder: Bent Å. Ramsfjell

Fagansvarlig: Bent Å. Ramsfjell

Andre nøkkelpersoner: Anette Olshausen og Geir-Ove Brandal (Norconsult), Kristine Fiksen, Kristin Arnesen og Christoffer Noreng (THEMA Consulting Group)

1.0	2017-12-22	Endelig rapport etter høring hos prosjektgruppen	ANOLS/CHNO/KRAR	KRFI	BEARA
0.99	2017-12-18	Bearbeidet rapportutkast basert på tilbakemeldinger fra oppdragsgiver	ANOLS/CHNO/KRAR	KRFI	BEARA
0.9	2017-12-01	Utkast til rapport til oppdragsgiver	ANOLS/CHNO/KRAR	KRFI	BEARA
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Bakgrunn og formål

Agder Kollektivtrafikk AS har engasjert Norconsult AS i samarbeid med THEMA Consulting Group AS for å utrede potensialet for elektrifisering av bybussene i Agder. Utredningen skal gi svar på følgende spørsmålsstillinger:

- **Hvilken ladeteknologi for elektriske busser** vil være det riktige å satse på i Agder? **Depotlading** eller **hurtiglading**?
- **Hvilke vurderingskriterier** skal legges til grunn for å identifisere hvor potensialet ved de to teknologivalgene vil være størst, **hvordan skal busslinjer rangeres** og **hvilke effekter** vil teknologivalgene ha sammenlignet med mer tradisjonell bussteknologi (dieselhybrid/biodiesel)?
- Gitt at hurtiglading vil være det prefererte teknologivalget, **hvor vil det være fornuftig å etablere ladeinfrastruktur**?

Hovedvekten i utredningen er lagt på Kristiansand byområde, men utredningen omfatter også perspektiver for bybusstilbudet i Arendal.

Hva er elektriske busser?

Med elektriske busser («elbusser») menes det i denne utredningen **batterielektriske** busser. Det fins i prinsippet to forskjellige teknologiløsninger:

1. Depotlading
2. Hurtiglading

Depotlading («Overnight Charging») skjer normalt på et bussdepot, mens hurtiglading («Opportunity Charging») vanligvis foregår på stoppesteder hvor busser har innlagt pause (reguleringstid). Elbusser er mer kostbare i innkjøp enn tradisjonelle busser (hybrid/diesel), men har betydelig lavere energiforbruk og -kostnader. Elbusser med depotlading er gjerne kjennetegnet av at de er relativt tunge (pga. batterienes vekt), men til gjengjeld har de lang rekkevidde. Elbusser med hurtiglading er på sin side karakterisert av kort ladetid, men de er samtidig forbundet med kort rekkevidde og relative høye kostnader knyttet til etablering av ladeinfrastruktur (pantografer).

Analysemetoder og sentrale forutsetninger

Utredningen er basert på innsamling og systematisering av grunnlagsopplysninger om det nåværende kollektivtilbudet i Agderbyene (2017) og prognoser for utvikling av tilbudet frem mot 2030 for å oppfylle nullvekstmålet om at all vekst i persontransporten i storbyområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. Det er også foretatt en benchmarking med kartlegging av status og erfaringer andre steder i Norge som har innført eller har planer om å innføre elektriske busser. Derne er det gjort rede for kostnadsbildet ved aktuelle teknologiløsninger, samt hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for analysene.

Totalkostnader per km over levetiden for busser og ulike teknologivalg er beregnet ved en modell utviklet av THEMA. Modellen inkluderer endringer i teknologikostnader, med hovedvekt på utvikling i batterikostnader over tid, endringer i operasjonelle parametere og utviklingen av kollektivtilbudet (antall busser og ruteproduksjon).

Hva er potensialet for elektrifisering av bybussene i Agder?

Overordnet gjelder følgende retningslinjer for busslinjers egnethet for elektrifisering:

1. Hurtiglading på endestopp (pantograf) er best egnet på linjer der bussene kjører over 200 kilometer per dag. Hurtiglading er ikke egnet på linjer over 25 kilometer med dagens batterier.

2. Depotlading er best egnet på linjer med daglig ruteproduksjon mellom 90 og 180 kilometer per buss. Depotlading er ikke egnet på linjer som har behov for batterier større enn 330-350 kWh.

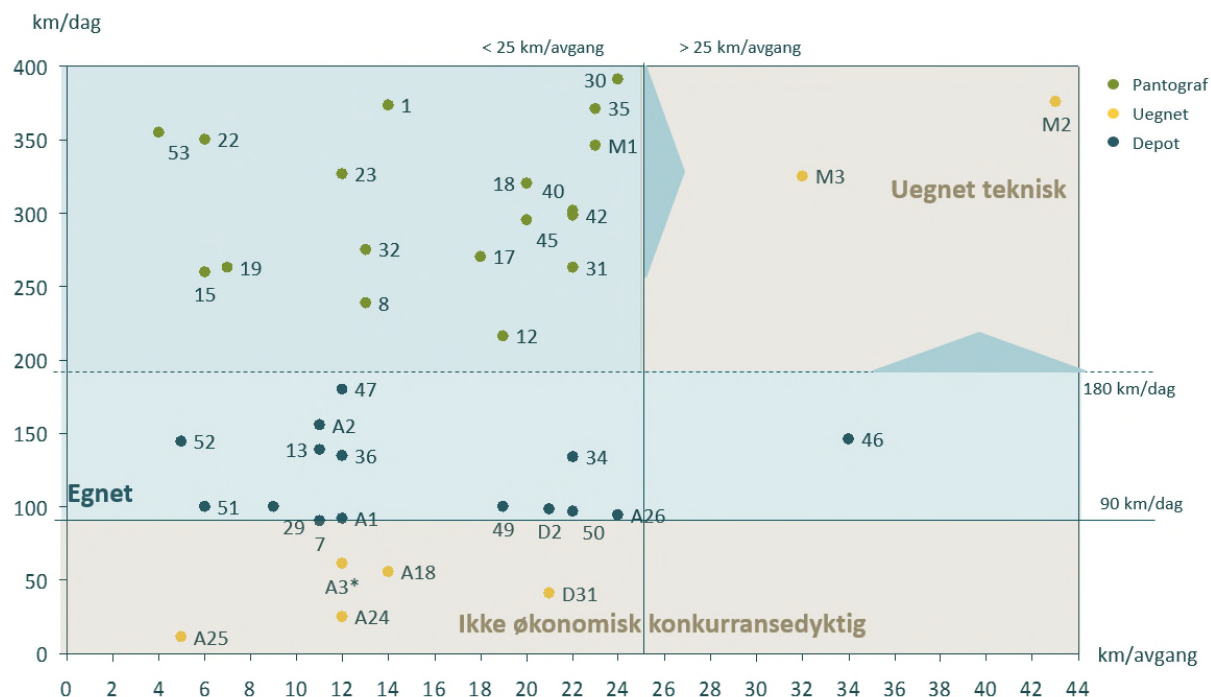
Analyseresultatene for Kristiansand og Arendal er oppsummert i henholdsvis Tabell S.1 og Tabell S.2. Figur S.1 gir en oversikt over egnethet for elektrifisering og eventuelt med hvilken type teknologi (depotlading eller hurtiglading) for de enkelte busslinjene i Kristiansand.

Tabell S.1: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Kristiansand og deres egnethet for elektrifisering.

Egnethet	Antall linjer	Km/dag	Busser	Km/avgang	Km/buss (hverdag)	Passasjerer/ dag	Passasjerer/ avgang
Pantograf	18	15 084	50	14	302	21 910	21
Depot	15	2 991	25	13	120	3 124	13
Begge	0	0	0	-	-	0	
Uegnet	2	4 209	12	37	351	7 836	69
Øk. uegnet	5	255	6	13	42	298	15
Sum	40	22 540	93	16	242	33 168	23

Tabell S.2: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Arendal og deres egnethet for elektrifisering.

Egnethet	Antall linjer	Km/dag	Busser	Km/avgang	Km/buss (hverdag)
Pantograf	5	3 872	14	18	277
Depot	3	1 677	10	24	168
Begge	1	897	5	21	179
Uegnet	0	0	0	-	-
Øk. uegnet	3	274	4	8	68
Sum	12	6 720	33	18	204



Figur S.1: Oversikt over busslinjene i Kristiansand og deres egnethet for elektrifisering via pantograf og depotlading (2017).

Beregningsresultatene gir et godt grunnlag for å sammenligne kostnader og muligheter for elektrifisering på tvers av linjer i Kristiansand og Arendal, siden forutsetningene er de samme for alle linjene. Det bør imidlertid foretas mer detaljerte analyser og vurderinger av muligheter for optimalisering av linjestruktur og vogndisponering før endelig beslutning om elektrifisering og teknologivalg foretas. Det er også andre usikkerhetsmomenter og forhold som ikke er inkludert i vår analyse, som bør verifiseres nærmere før beslutninger om elektrifisering tas.

Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?

Tabell S.3 oppsummerer hvilke vurderingskriterier som vi mener er helt sentrale i vurderinger knyttet til elektrifisering av bybuss.

Tabell S.3: Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?

Kriterium	Begrunnelse
Kostnadsbesparelser	For bestiller (AKT) må totalkostnadene ved innfasing av elbusser være konkurransedyktig med tradisjonell bussdrift (referansealternativet) – og aller helst lavere – sett over investeringsens levetid. En vurdering av om elbusser vil øke lønnskostnadene for sjåfører, eksempelvis som følge av økt behov for reguleringstid på endestoppesteder, må inngå i en endelig kostnadsanalyse.
Mest miljø for pengene	Prioritering av sentrumslinjer slik at man får størst mulig lokal miljøeffekt av bussene. Elektrifisering av linjer med stort energiforbruk har størst effekt på klimagassutslipp og støy. Slike linjer har også de laveste kostnadene ved elektrifisering. Samtidig kan det for linjer som har endestopp i bykjernen være krevende å etablere hurtigladere, både med hensyn til drift og plan-/reguleringsmessige forhold.
Teknisk mulig	Linjer som er aktuelle for elektrifisering må ha en daglig ruteproduksjon eller avstand mellom endestopp som gjør bruk av elbusser mulig. Hurtiglading medfører krav til tilstrekkelig reguleringstid på endeholdeplass. Avstand til depot kan være en begrensende faktor, uavhengig av ladeteknologi. Topografi (høydemeter og maksimal stigning) sammen med linjestruktur (antall stoppesteder og tetthet mellom stoppesteder) kan også påvirke det tekniske potensialet.
Synergieffekter og fleksibilitet	Hurtiglading blir mer fordelaktig hvis flere linjer kan dele på den samme ladeinfrastrukturen. For å sikre effektiv utnyttelse av denne ladeinfrastruktur over mange år vil det være fornuftig å se på mulighetene for sambruk av pantografer mellom flere linjer. Dette kan medføre behov for omlegging og optimalisering av eksisterende rutetilbud. Depotlading har den fordel at elbussene ikke er avhengig av at det etableres relativt kostbar ladeinfrastruktur.
Risiko	Busslinjer med svak regularitet (bl.a. pga. forsinkelser) og dermed usikkerhet knyttet til reguleringstid eller linjer som har kort reguleringstid på endestopp, bør benytte depotlading om mulig (men sikkerhetsmargin til at elbusser kan stå over én lading, reduserer risikoen ved bruk av pantograf). Det er usikkerhet knyttet til hvor store batterier som kan bli tilgjengelig i fremtiden. Elektrifisering bør derfor prioriteres først der denne usikkerheten har minst betydning for hvilken løsning som er best egnet.

For de fleste kriteriene vil det lønne seg å avvente teknisk utvikling for elbusser og bygge på erfaringer fra bruk andre steder. Samtidig er det argumenter for å starte småskala tidlig, blant annet for å oppnå miljøgevinster. For flere av linjene vil det også gi kostnadsbesparelser sammenlignet med referansealternativet tidlig på 2020-tallet, gitt de forutsetningene som ligger til grunn for våre analyser.

Hvor vil det være fornuftig å etablere hurtigladere?

Basert på de busslinjene som peker seg ut som aktuelle for elektrifisering i Kristiansand ved hurtiglading, er 22 stoppesteder identifisert som potensielle lokaliseringer for etablering av pantografer. Tilsvarende er det identifisert to stoppesteder i Arendal (bl.a. Arendal bussterminal).

Datagrunnlaget indikerer at flere av de aktuelle endestoppestedene har kortere reguleringstid enn de omlag fem minuttene som minimum er påkrevet. Dette tilsier at de med dagens ruteopplegg er lite egnet for lokalisering for ladeinfrastruktur for hurtiglading. Dette innebærer at det kan være nødvendig å foreta nærmere driftsmessige vurderinger av egnetheten for de aktuelle stoppestedene.

Stoppesteder i Kvadraturen i Kristiansand (Henrik Wergelands gate og Tollbodgata/Markens gate) er generelt lite egnet for etablering av hurtigladere, ettersom de befinner seg i attraktive sentrumsområder med stor knapphet på arealreserver.

Generelt krever etablering av hurtigladere tillatelse fra grunneier og reguleringsmyndighet (kommune). Det vil også være behov for tilstrekkelig tilførsel av kraft. Denne utredningen tar ikke for seg slike vurderinger av egnethet for de identifiserte endestoppestedene. Dette må derfor undersøkes nærmere.

Hvilken ladeteknologi for elektriske busser bør Agder satse på?

Resultatene fra denne utredningen indikerer at valg av teknologiløsning for elektrifisering av bybusslinjer i Agder ikke dreier seg om «enten eller», men «både og». For linjer som er egnet for elektrifisering, er potensialet for depotlading og hurtiglading omtrent like stort målt i antall linjer. Hurtiglading fremstår imidlertid som mer fordelaktig når antall rutekilometer, busser og passasjerer tas i betraktning.

Generelt har Agder Kollektivtrafikk AS følgende alternative muligheter for implementering av elbusser:

1. Starte med bybusslinjer som egner seg for hurtiglading.
2. Starte med bybusslinjer som egner seg for depotlading.
3. Starte elektrifisering på de bybusslinjene som har lavest kostnad eller risiko, men ta i bruk begge teknologiene parallelt.

Denne utredningen viser at det er mest å hente både økonomisk og miljømessig på å starte med linjer som er godt egnet for hurtiglading. Dette er linjer med flere busser og mange rutekilometer som har stor betydning for de kollektivreisende i Agder. Samtidig er det størst risiko ved å elektrifisere med pantografløsning før en internasjonal standard er etablert. I tillegg må risiko knyttet til reguleringstid på endeholdeplass vurderes nærmere, slik at nødvendig tid til lading ikke påvirker regulariteten eller kostnadene negativt.

Det er minst risiko forbundet med å starte elektrifiseringen med busser som lader på depot over natten. Dette gjelder både regularitet på linjene, kostnad og kompleksitet. Fleksibiliteten i bruk av bussene er også stor, og det kan være mye å hente på å utnytte bussene maksimalt. Samtidig er kostnadsbesparelsene på egnede linjer noe mindre enn for hurtiglading sammenlignet med referansealternativet. Den samlede miljøeffekten er også noe lavere fordi ruteproduksjonen er relativt lav på disse linjene. Teknologiutviklingen (energitetthet og rekkevidde) over tid har størst betydning på depotlading, slik at en raskere teknologiutvikling på batterier enn det vi har forutsatt vil være en fordel for depotlading relativt til hurtiglading. Samtidig er teknologiutviklingen for hurtiglading, spesielt i form av standardisering av elbusser og pantograf (inkludert grensesnitt), viktig. Etablering av en slik standard anses som nødvendig før elbusser med hurtiglading kan ruller ut i større skala.

Denne utredningen viser at Agder Kollektivtrafikk AS allerede fra tidlig på 2020-tallet kan oppnå både reduserte kostnader og utslipp for de mest lønnsomme linjene. Dette taler for en tidlig innfasing på linjer som egner seg godt for elektrifisering. En tidlig innfasing øker imidlertid risikoen. Vi ser ingenting i veien for at det velges ulike løsninger for ulike linjer, i og med at det vil øke muligheten for lønnsom elektrifisering så tidlig som mulig. Generelt vurderes risikoen ved elektrifisering å bli redusert over tid etter hvert som det oppnås mer erfaring med elbusser, uavhengig av teknologivalg.

Usikkerhet

Den tekniske/økonomiske utviklingen bidrar generelt til usikkerhet til resultatene i denne utredningen. For å belyse utfallsrommet med hensyn til kostnadsutvikling for flere sentrale parametere, er det gjennomført egne sensitivitetsberegninger. Sensitivitetsvurderingene indikerer at det er størst usikkerhet i kostnadsutviklingen relatert til *batteriteknologi* og *energikostnader*. Disse usikkerhetsmomentene gjelder for begge ladeteknologiene. Andre viktige usikkerhetsfaktorer er kostnadsutviklingen knyttet til *ladeinfrastruktur* (etablering av pantografer) og *referansealternativene* (usikkerheten vurderes som større for Biodiesel B100 enn for ordinær diesel).

Generelt er det lagt inn sikkerhetsmarginer i våre analyser. Energiforbruket påvirkes av høydeforskjell, passasjerbelegg, temperatur og hyppig start-/stoppmønster. For «worst case» er energiforbruket ca.

50 prosent høyere enn våre gjennomsnittsbetraktninger for «base case» for å være helt sikre på at bussene har lang nok rekkevidde også på dager der energiforbruket er høyt (f.eks. vinterstid). I tillegg har vi lagt inn et teknisk krav til rekkevidden for elektriske busser basert på hurtiglading at de må kunne stå over én lading. De tekniske sikkerhetsmarginene bidrar til at resultatene fra denne utredningen fremstår som robuste.

Både ved depotlading og hurtiglading vil det være behov for tilstrekkelig ladeeffekt, henholdsvis på bussdepot og endestopp – og tilhørende kostnader. Vi har lagt inn samme kostnad for alle pantografer, og har ikke gjort spesifikke vurderinger for de enkelte endestoppene. Behov for tilstrekkelig ladeeffekt er noe som ikke omfattes av denne utredningen. Dette må vurderes nærmere i dialog med Agder Energi Nett.

Før endelig beslutning om elektrifisering og teknologivalg for bybussene i Agder foretas bør det gjennomføres GIS-analyser for å få nærmere kunnskap om hvordan busslinjenes topografi og lokalisering av stoppesteder (start-/stoppmønster) påvirker energiforbruket, og derav potensialet for elektrifisering. Slike GIS-analyser har heller ikke vært omfattet av dette oppdraget.

Også endringer i driftsoppsettet for bybussene i Agder kan gjøre det mulig å elektrifisere flere linjer eller andre linjer. Gjennom omlegging og driftsoptimalisering vil det sannsynligvis være mulig å gjøre endringer som bidrar til at flere busslinjer vil kunne elektrifiseres. Endringer i driftsoppsettet kan også påvirke hvilken teknologi (depotlading eller hurtiglading) som er best egnet.

Utredningen er basert på det nåværende kollektivtilbudet i Agderbyene, det vil si slik situasjonen er i 2017. Dette innebærer at utredningen ikke belyser effekter ved endringer i rutetilbudet. Agder Kollektivtrafikk AS har inngått ny busskontrakt for Kristiansandsregionen med oppstart i juli 2018. I den forbindelse vil både rutetilbud og vogndisponering trolig bli endret. Slike endringer vil kunne ha innflytelse på potensialet for elektrifisering av bybussene i Kristiansand, både for enkeltlinjer og det helhetlige tilbudet, slik det fremstår i denne utredningen. Også avvik fra forutsetningene (prognosene) som er lagt til grunn for hvordan kollektivtilbudet vil utvikle frem mot 2030, vil kunne ha konsekvenser for mulighetene for elektrifisering av bybussene i Agder og den videre strategien.

Innhold

Sammendrag	3
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn og formål	11
1.2 Metoder og arbeidsprosess	12
1.3 Rapportens innhold	13
1.4 Organisering av arbeidet	13
2 Situasjonsbeskrivelse	15
2.1 Generelt	15
2.2 Kristiansand	15
2.3 Arendal	21
2.4 Utvikling av kollektivtilbudet	22
2.4.1 Kristiansand	22
2.4.2 Arendal	23
3 Hva er elektriske busser?	24
3.1 Aktuelle teknologiløsninger	24
3.1.1 Depotlading	25
3.1.2 Hurtiglading	26
3.2 Hva skjer andre steder i Norge?	29
3.3 Sammensetting av kostnader ved bussdrift	31
3.4 Elbusser er mer kostbare i innkjøp	32
3.5 Stor forskjell i infrastrukturkostnader ved depot- og hurtiglading	34
3.5.1 Depotlading	34
3.5.2 Hurtiglading	35
3.5.3 Totalkostnader og kostnadsutvikling for ladeinfrastruktur til elbusser	35
3.6 Energikostnader	36
3.6.1 Biodiesel B100	36
3.6.2 Strøm	36
3.7 Nettleie	37
3.7.1 Avgifter	38
4 Elektrifisering av bybussene i Agder	39
4.1 Sammenstilling av kostnadsberegninger	39
4.2 Oversikt over mulighetene for elektrifisering av bybusslinjer	43

4.2.1	Hurtiglading er egnet på korte/medium lange linjer med høy ruteproduksjon	44
4.2.2	Elektrifisering via depotlading er egnet	47
4.2.3	Begge teknologier er egnet	50
4.2.4	Linjer som ikke er egnet for elektrifisering	50
4.2.5	Sensitivitetsberegninger – for å skape mer robuste resultater	51
4.3	Noen kostnadssammenligninger	53
4.3.1	Betydningen av antall busser per pantograf	53
4.3.2	På tvers av linjene kan valg av teknologi ha mindre betydning	54
5	Vurderinger, konklusjoner og anbefalinger	55
5.1	Hvilken ladeteknologi for elektriske busser bør Agder satse på?	55
5.2	Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?	57
5.3	Hvor vil det være fornuftig å etablere hurtigladere?	59
5.4	Flere teknologiske veivalg er mulig	62
5.5	Usikkerhet	62
5.6	Videre arbeid	63
	Vedlegg	65
	Vedlegg 1: Linjekart	66
	Vedlegg 2: Oversikt over busslinjer	67
	Vedlegg 3: Utdypende resultater for busstilbudet i Kristiansand	70
	Vedlegg 4: Utdypende resultater for busstilbudet i Arendal	75
	Vedlegg 5: Skisser av bussdepot	77
	Vedlegg 6: Utvikling av kollektivtilbudet i Kristiansand basert på vekstmål	79
	Vedlegg 7: Utvikling av kollektivtilbudet i Arendal basert på vekstmål	81
	Vedlegg 8: Utdypende resultater for kostnadsutvikling ved elektrifisering	83

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Agder Kollektivtrafikk AS er administrasjonsselskap for kollektivtrafikken i de to Agder-fylkene (Aust- og Vest-Agder). Selskapet har utarbeidet en strategiplan for perioden 2017-2020, hvor den overordnede visjonen er at **det skal være enkelt og attraktivt å reise kollektivt**.

Strategiplanen inneholder åtte delstrategier for å realisere selskapets visjon. Disse delstrategiene er:



Agder Kollektivtrafikk AS sitt viktigste miljøbidrag er å få flere til å sette fra seg bilen og begynne å reise kollektivt. Dernest er det et mål at kollektivtilbudet blir produsert med lavest mulig utslipp til en riktig pris. Dette innebærer at ny teknologi og mer klimavennlige løsninger må fases inn på riktig tidspunkt («timing») for å redusere miljøbelastningen som det nåværende kollektivtilbudet påfører samfunnet.

Et viktig tiltak i strategiplanen er at Agder Kollektivtrafikk AS skal arbeide for at elektriske busser etter hvert blir innført i Agderbyene. Innføring av elbusser forutsetter at teknologien er kommersielt tilgjengelig og konkurransedyktig prismessig sammenlignet med tradisjonell bussteknologi (diesel/hybrid). I tillegg må de fysiske forholdene ligge til rette for at elbusser skal kunne tas i bruk.

Agder Kollektivtrafikk AS har inngått ny busskontrakt for Kristiansandsregionen med Boreal Buss AS. Denne kontrakten har oppstart i juli 2018. På samme tidspunkt åpnes et nytt bussanlegg på Dalane.

Gjennom busskontrakten for Kristiansandsregionen er miljøkursen pekt ut med satsning på hybridbuss-er (HVO) og utprøving av fem helektriske busser med hurtiglading.

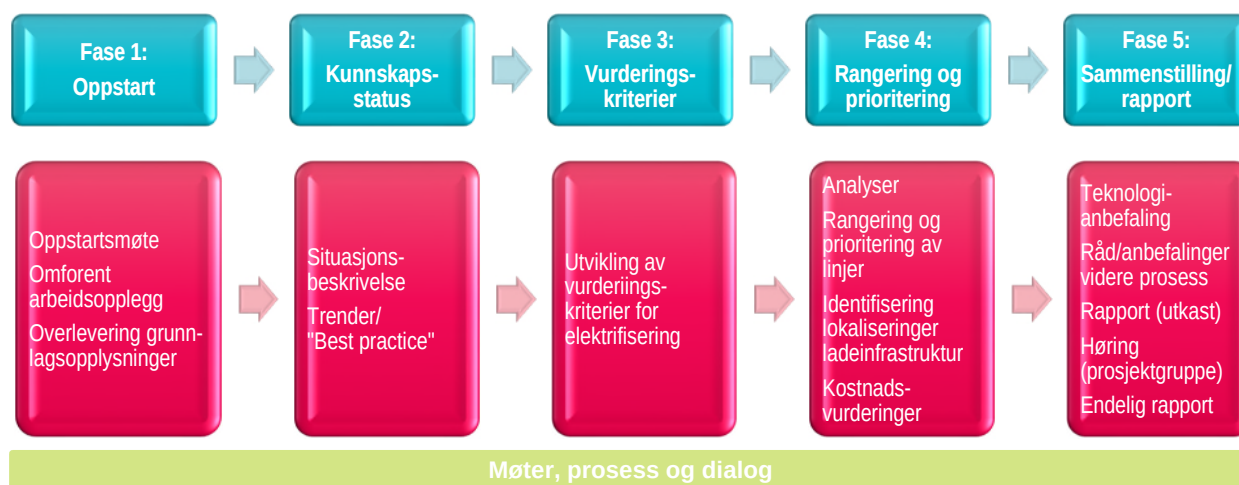
På denne bakgrunn har Agder Kollektivtrafikk AS engasjert Norconsult AS i samarbeid med THEMA Consulting Group AS for å utrede potensialet for elektrifisering av bybussene i Agder frem mot 2030. Utredningen skal gi svar på følgende spørsmålsstillinger:

- **Hvilken ladeteknologi for elektriske busser** vil være det riktige å satse på i Agder? **Depotlading eller hurtiglading?**
- **Hvilke vurderingskriterier** skal legges til grunn for å identifisere hvor potensialet ved de to teknologivalgene vil være størst, **hvordan skal busslinjer rangeres** og **hvilke effekter** vil teknologivalgene ha sammenlignet med mer tradisjonell bussteknologi (dieselhybrid/biodiesel)?
- Gitt at hurtiglading vil være det prefererte teknologivalget, **hvor vil det være fornuftig å etablere ladeinfrastruktur?**

Hovedvekten av arbeidet er lagt på Kristiansand byområde, men utredningen omfatter også perspekti-ver for bybusstilbudet i Arendal.

1.2 Metoder og arbeidsprosess

Utredningen om elektrifisering av bybussene i Agder er basert på en arbeidsprosess som illustrert i Figur 1.1



Figur 1.1: Overordnet arbeidsprosess for utredningen av elektrifisering av bybussene i Agder.

Den skisserte arbeidsprosessen indikerer at det ha vært lagt opp til tett dialog og samspill med opp-drags giver og prosjektgruppen i oppgaveløsningen, slik at vi i fellesskap har kunnet utnytte vår kunnskap og erfaringer for å skape en best mulig utredning.

1.3 Rapportens innhold

Denne rapporten er ment å være et sentralt premissdokument for det videre arbeidet med å innføre elektriske busser i Agderbyene (Kristiansand og Arendal). Rapporten har følgende struktur og innhold:

- **Kapittel 2** inneholder beskrivelser av det nåværende kollektivtilbudet i de to Agderbyene. Situasjonsbeskrivelsene er relatert til 2017-situasjonen. Det er lagt spesiell vekt på å belyse forhold som er av betydning for mulighetene (eller begrensningene) for å innføre elektriske busser. Dette omfatter blant annet opplysninger om linjestruktur og nøkkeltall knyttet til busstriften, blant annet i form av antall avganger, kjørelengder, driftstid og materiellinnsats (antall busser). Det er også gjort rede for hvordan kollektivtilbudet må utvikle seg i perioden 2017-2030 for å oppfylle vekstmål.
- **Kapittel 3** inneholder en kort beskrivelse av aktuelle teknologiløsninger for elektrifisering av bybusser (depot- og hurtiglading). Det er også gitt en kort status for innføring av elektriske busser andre steder i Norge. Dernest er det gjort rede for kostnadsbildet ved aktuelle teknologiløsninger, samt hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for analysene i denne rapporten.
- **Kapittel 4** omfatter en sammenstilling av analyseresultater. I dette kapitlet er det presentert oversikter med hvilke busslinjer som egner seg for elektrifisering med hvilken type teknologi (depot- eller hurtiglading). Det er også presentert noen eksempler på linjer som egner seg for elektrifisering – og linjer som er funnet teknisk eller økonomisk uegnet. Effekter ved endringer i noen sentrale forutsetninger for analysene er også belyst gjennom sensitivitetsberegninger.
- **Kapittel 5** inneholder oppsummerende vurderinger, konklusjoner og foreløpige anbefalinger ut ifra foreliggende kunnskapsgrunnlag med konkrete svar på de sentrale spørsmålsstillingene for denne utredningen (iht. avsnitt 1.1). I tillegg er implikasjonene av utredningen med hensyn til de strategiske veivalgene som Agder Kollektivtrafikk AS må foreta, synliggjort.
- **Vedleggene** inneholder utdypende resultater, både om kollektivtilbudet i Kristiansand og Arendal, og detaljerte resultater for kostnadsutvikling for de enkelte linjene.

1.4 Organisering av arbeidet

Fra Agder Kollektivtrafikk AS har Hilde Bergersen, plansjef, ledet arbeidet med støtte fra Espen Martinsen i Strategisk Ruteplan AS.

Det har vært nedsatt en ekstern prosjektgruppe som har bidratt inn i arbeidet. Den eksterne prosjektgruppen har bestått av Jan Otto Hansen (Vest-Agder fylkeskommune), Ola Olsbu (Aust-Agder fylkeskommune) og Jan Erik Lindjord (Kristiansand kommune).

25.10.2017 ble det avholdt et miniseminar der prosjektgruppen deltok. På dette seminarer deltok også Agder Energi Nett ved Camilla Levinsen og Rolf Håkan Josefsen, Boreal Buss ved Martin Reberg og Glenn Johansen, Trond Schrader Kristiansen fra Vest-Agder fylkeskommune, samt Thomas Ruud Jensen og Johny Liestøl fra Agder Kollektivtrafikk AS.

Utredningen av elektrifisering av bybussene i Agder har vært et samarbeidsprosjekt mellom Norconsult AS og THEMA Consulting Group AS. Selskapene har utfyllt hverandre på en god måte i oppgaveløsningen. Norconsult har sin styrke innen generell kollektivtransportplanlegging kombinert med spesiell innsikt i og kunnskap om problemstillinger knyttet til innføring av elektriske busser i Buskerud. THEMA har på sin side kompetanse og erfaringer med teknologiovervåkning/-utvikling innen transportsektoren og kunnskap om kraftmarkedet. THEMA har i denne utredningen hatt et spesielt ansvar for problemstillinger relatert til energi- og teknologiutvikling, samt kostnadsberegninger.

Rådgiverteamet har bestått av:

Norconsult	Bent Å. Ramsfjell (prosjektleder)
Norconsult	Anette Olshausen (prosjektstøtte)
Norconsult	Martin Schreck (lokal ressurs)
Norconsult	Geir-Ove Brandal (GIS)
THEMA	Kristine Fiksen
THEMA	Christoffer Noreng
THEMA	Kristin Arnesen

Alle vurderinger, konklusjoner og anbefalinger i denne rapporten er basert på rådgiverteamets beste og uavhengige skjønn.

2 Situasjonsbeskrivelse

2.1 Generelt

For å ha et grunnlag for å vurdere potensialet for elektrifisering av bybussene i Agder, er det nødvendig å få etablert en god oversikt over det nåværende busstilbudet i Kristiansand og Arendal. Dessuten er det viktig å få klarlagt hvordan kollektivtilbudet forventes å utvikle seg i årene fremover.

På denne bakgrunn inneholder dette kapitlet en oversikt over busstilbudet i Agderbyene. Det er lagt spesiell vekt på beskrivelser av karakteristika som er bestemmende for mulighetene til å elektrifisere bybussene. Beskrivelsene er basert på systematisering av grunnlagsopplysninger for det eksisterende kollektivtilbudet (2017) fra Agder Kollektivtrafikk AS.

Hovedfokus i situasjonsbeskrivelsen har vært å få frem forskjeller og likheter mellom de ulike linjene i dagens situasjon. Noen eksempler på slike sentrale parametere (karakteristika) er:

- Linjestruktur og linjelengde
- Driftstid og frekvens
- Antall busser i samtidig drift
- Ruteproduksjon (kjøre lengde)
- Energiforbruk
- Driftskostnader
- Passasjertall

I denne utredningen er det ikke gjennomført noen egen GIS-analyse. En slik analyse vil kunne ytterligere belyse mulighetene og begrensningene for elektrifisering av de enkelte busslinjene i Kristiansand og Arendal. Bussenes energiforbruk på en linje påvirkes blant annet av antall stoppesteder, avstand mellom stoppesteder (akselerasjon/retardasjon), antall passasjerer ombord, vær- og føreforhold (bl.a. temperatur og snø/is) og høydeforskjell (stigning/fall).

Topografi er én av flere usikkerhetsfaktorer som påvirker busslinjers egnethet for elektrifisering. For busslinjer som befinner seg i grenseland mellom alternative teknologivalg (depot- eller hurtiglading) eller teknisk/økonomisk egnethet (se avsnitt 4.1 og 4.2), så kan det være hensiktsmessig å gjennomføre GIS-analyser før endelig beslutning om elektrifisering foretas.

I analysene er det imidlertid lagt inn sikkerhetsmarginer som fanger opp blant annet forskjeller i topografi. Disse sikkerhetsmarginene bidrar til å gjøre analyseresultatene i denne utredningen robuste.

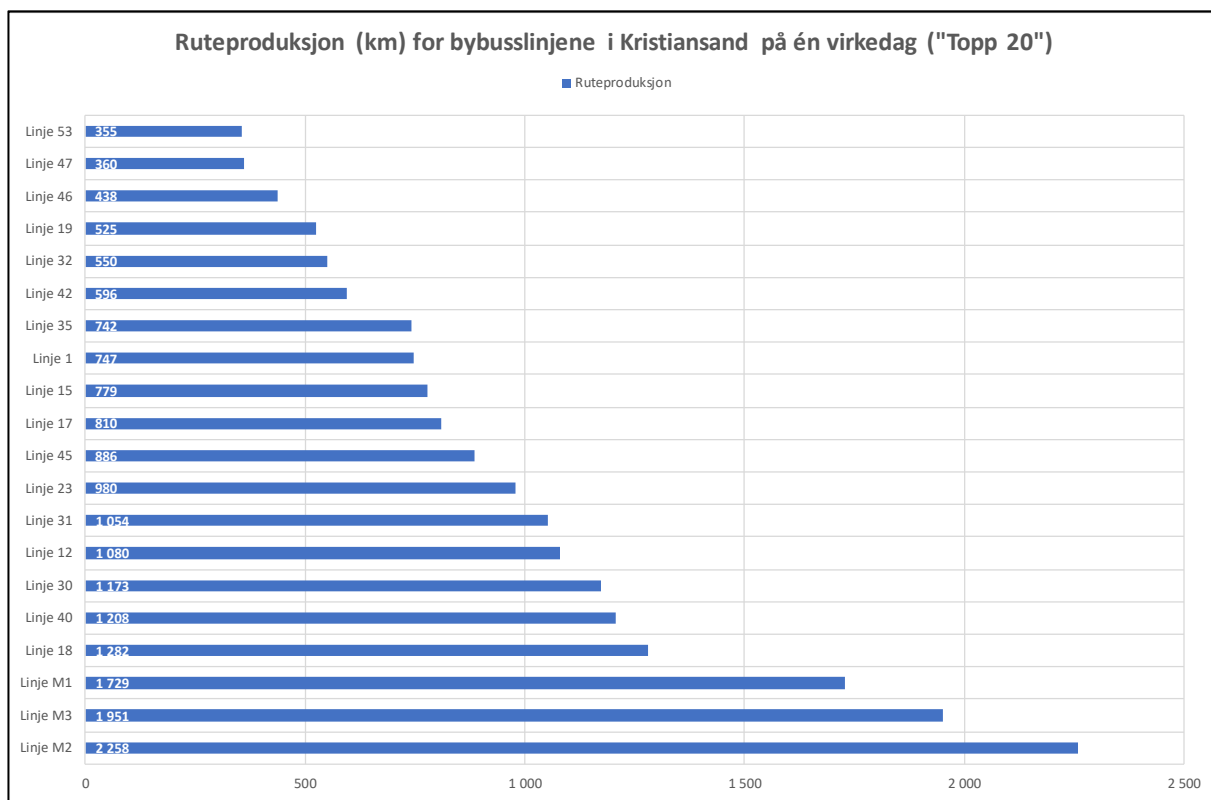
2.2 Kristiansand

Det samlede busstilbudet i Kristiansandsområdet består av 85 busslinjer. Disse busslinjene kan deles inn i seks kategorier, som vist i Tabell 2.1. En mer detaljert oversikt over busstilbudet i Kristiansand er gjengitt i vedlegg 1 (linjekart), mens en oversikt over de enkelte busslinjene (ekskl. skoleruter) er vist i vedlegg 2. Vedlegg 3 inneholder utdypende resultater fra analyser av busstilbudet i Kristiansand.

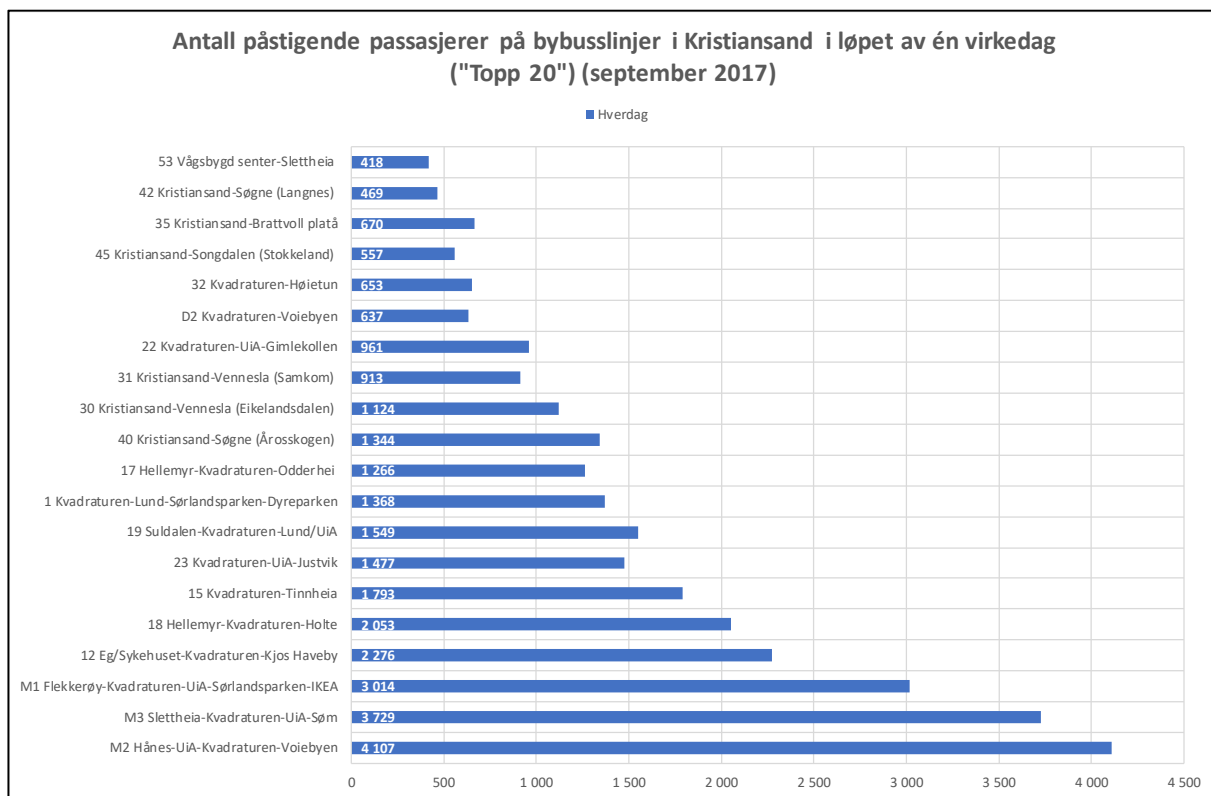
Tabell 2.1: Klassifisering av busslinjene i Kristiansand.

Kode	Type Linje	N linjer
1	Ordinære linjer	22
2	Direktebuss	2
3	Lokale linjer	10
4	Arbeidsruter	7
5	Skolebuss	36
6	Nattbuss	8

Figur 2.1 illustrerer variasjoner i omfanget av den daglige ruteproduksjonen i Kristiansand. Her fremgår det tydelig at de desidert viktigste busslinjene er metrobusslinjene (M2, M3 og M1).



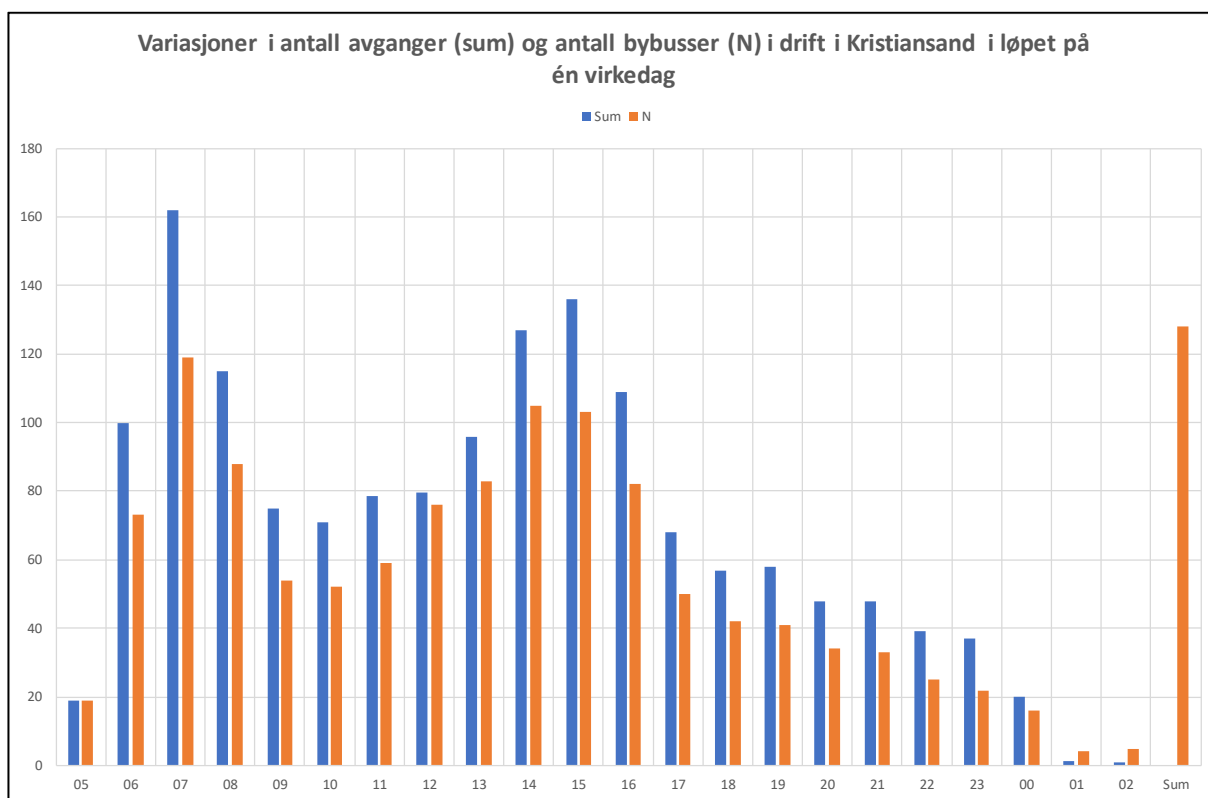
Figur 2.1: Busslinjer i Kristiansandsområdet med størst ruteproduksjon (km) i løpet av én virkedag («Topp 20»).



Figur 2.2: Antall påstigende passasjerer på bybusslinjer i Kristiansandsområdet i løpet av én virkedag («Topp 20»).

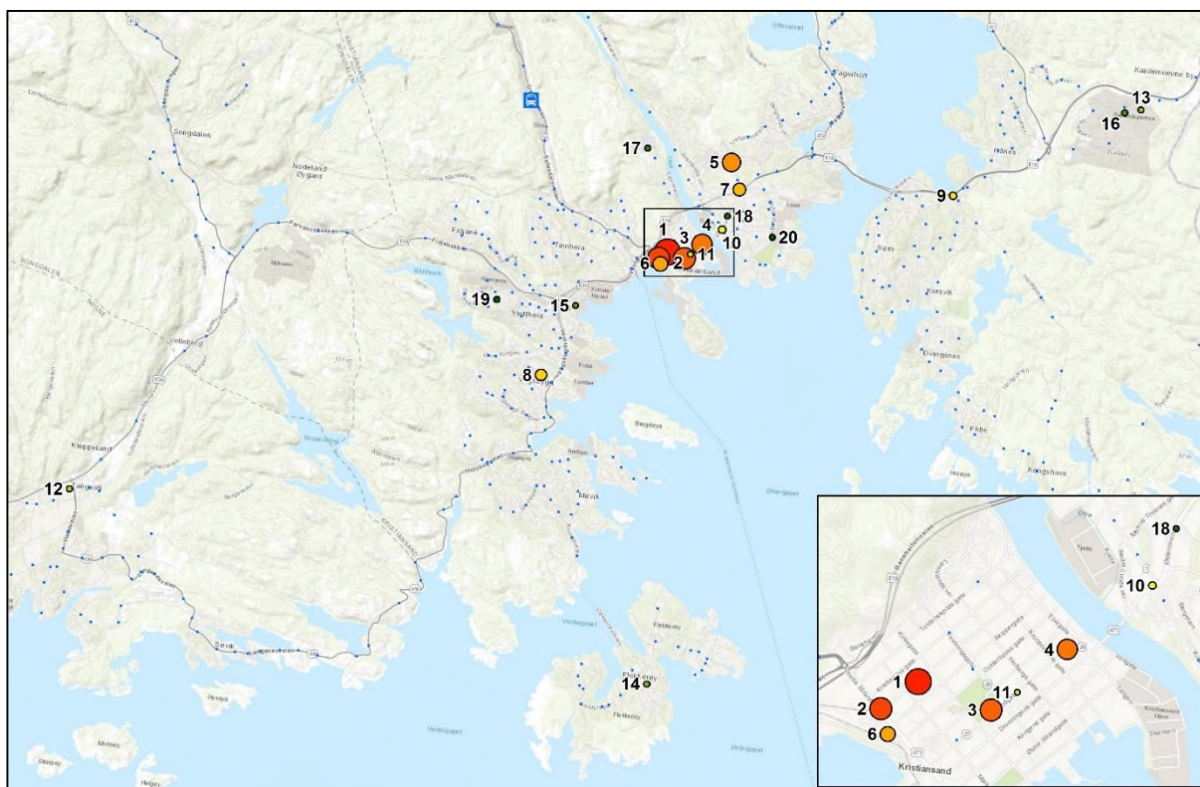
Figur 2.1 og Figur 2.2 gjenspeiler at det er en klar sammenheng mellom tilbud og etterspørsel. Det er stor grad av overensstemmelse i rangeringen av busslinjene både ned hensyn til daglig ruteproduksjon og antall passasjerer. Alle de tre metrobusslinjene har i størrelsesorden 3-4000 påstigende passasjerer i løpet av én virkedag. I snitt har de henholdsvis 40 (M1), 79 (M2) og 61 (M3) passasjerer på hver avgang.

Busstilbudet i Kristiansand er dimensjonert slik at ressursinnsatsen (både målt i antall avganger og antall busser i samtidig drift) er størst i rushtidene om morgenen og ettermiddagen, slik Figur 2.3 indikerer. Dette er naturlig ettersom etterspørselen både fra pendlere og skoleelever er størst i disse tidsrommene. I løpet av én hverdag er i størrelsesorden 130 busser i drift, hvorav ca. 35 forestår skole-skyss. Spissbelastning i rushtidene gjør det mulig å komponere vognløp slik at bussene kjører innom bussdepotet etter innsats i morgenrushet før de igjen settes inn i trafikk om ettermiddagen. Dette vil være en forutsetning dersom elektrifisering av bybusser i Kristiansand skjer ved depotlading



Figur 2.3: Variasjoner i antall avganger og antall busser i drift i Kristiansandsområdet i løpet av én virkedag.

Figur 2.4 inneholder en rangering av stoppesteder i Kristiansandsområdet målt i forhold til antall påstigende passasjerer i løpet av én virkedag. Figuren illustrerer at det er en konsentrasjon av stoppesteder i eller nær Kvadraturen. Stoppestedene Henrik Wergelands gate, Vestre Strandgate, Rådhuset og Kvadraturen skolesenter har alle mer enn 2000 påstigende passasjerer daglig.



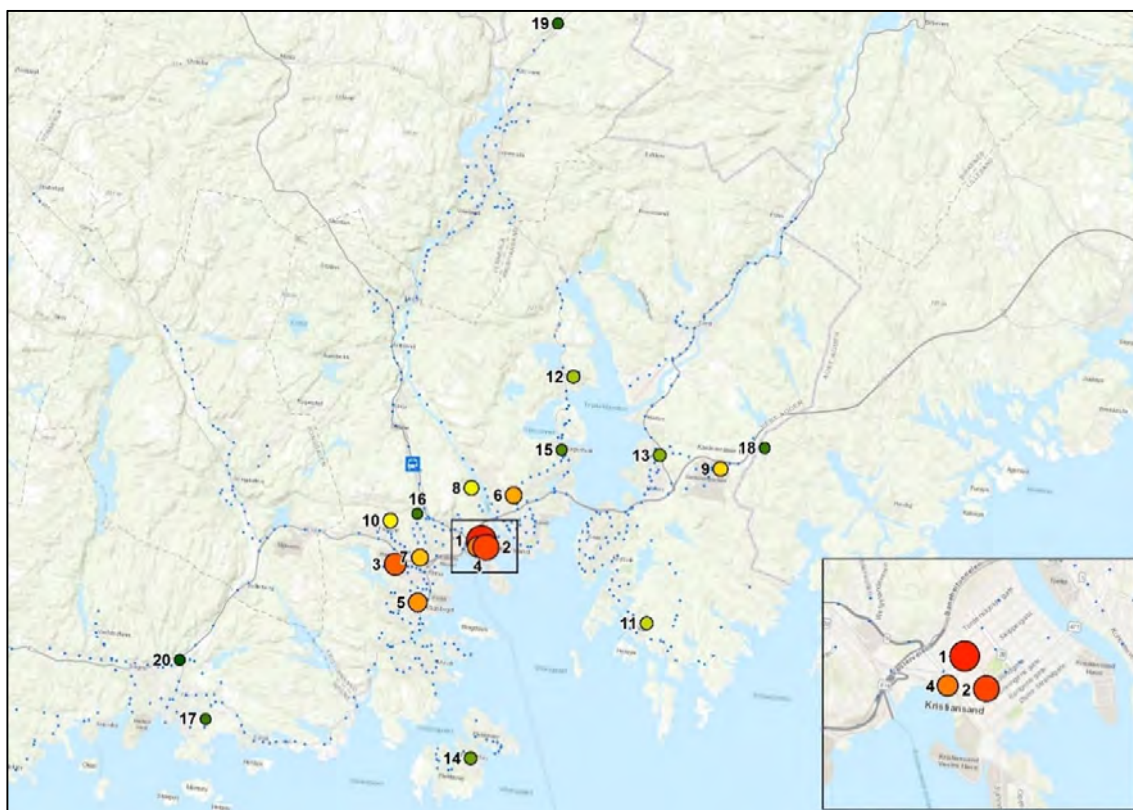
Figur 2.4: Oversikt over de mest benyttede stoppestedene for busstilbudet i Kristiansandsområdet («Topp 20» hverdag). Stoppestedene er sortert etter antall passasjerer (ekskl. skoleruter og nattbuss).

Figur 2.5 viser at mange av stoppestedene med flest bussbevegelser (anløp) i løpet av et driftsdøgn (Henrik Wergelands gate, Tollbodgata/Markens gate og Kristiansand rutebilstasjon) er lokalisert sentralt i Kristiansand. Figuren viser også at stoppesteder som Rugdeveien og Vågsbygd senter vest for Kristiansand har relativt mange anløp i løpet av én dag.

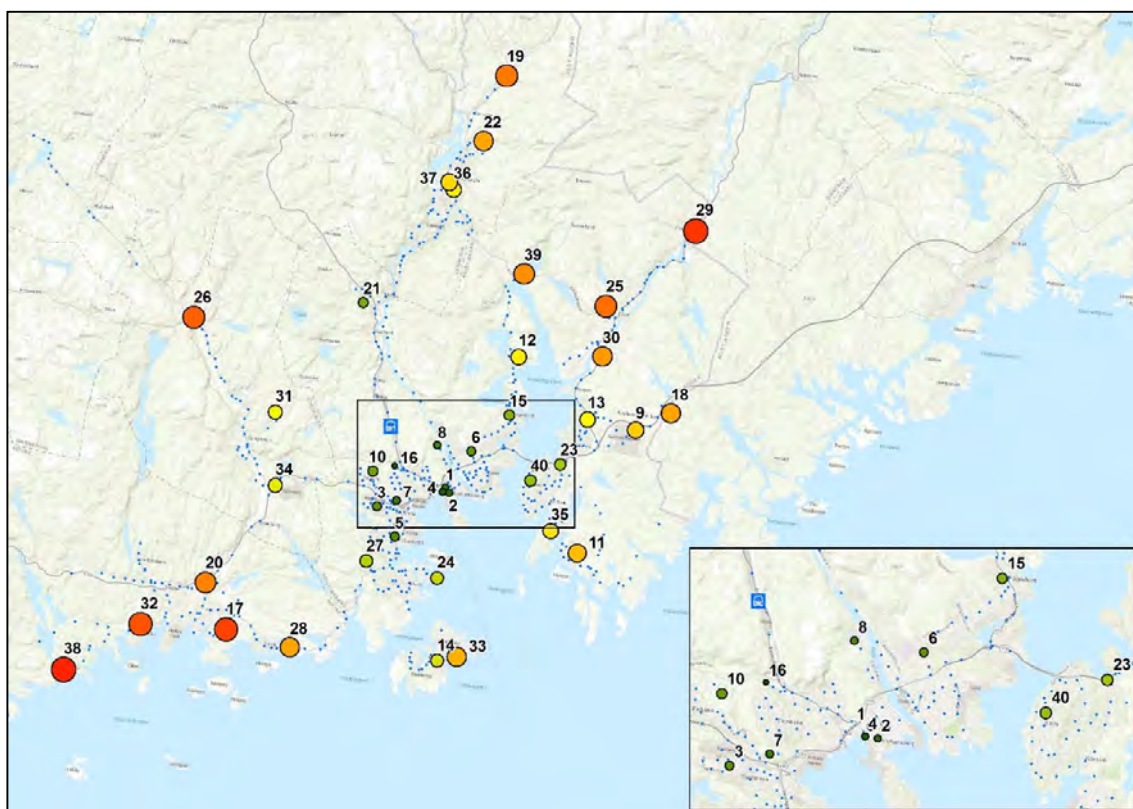
Linjestrukturen, og spesielt lokalisering av stoppesteder linjenes start- og endepunkt, er av stor betydning i vurderingene av muligheter for å elektrifisere bybusstilbudet i Kristiansand. Stoppesteder som ligger i nærheten av det fremtidige bussdepotet i Dalaneveien (markert med blått bussikon i Figur 2.6), er generelt bedre egnet for depotlading enn stoppesteder som er lokalisert mer perifert. Nærhet mellom bussdepot og start-/endestoppested bidrar også til mer effektiv drift, ettersom omfanget av tomkjøring reduseres. Avstander til bussdepot, som inngår i kostnadsvurderingene i kapittel 4, er hentet fra Google Maps.

For hurtiglading er derimot bussenes reguleringstid ved endestoppesteder og kapasitet i form av antall oppstillingsplasser av større betydning enn avstand til depot. Denne utredningen tar ikke for seg om det er tilstrekkelig med arealer til busser ved endestoppesteder som kan være aktuelle lokaliseringer for hurtiglading.

Figur 2.6 viser at de viktigste endestoppestedene i Kristiansand også ligger i relativt kort avstand fra bussdepotet på Dalane som vil bli åpnet i juli 2018. På bussdepotet vil det være oppstillingsplass uten-dørs til minimum 150 busser, samt en ytterligere utvidelsesmulighet (se for øvrig skisse i vedlegg 5).

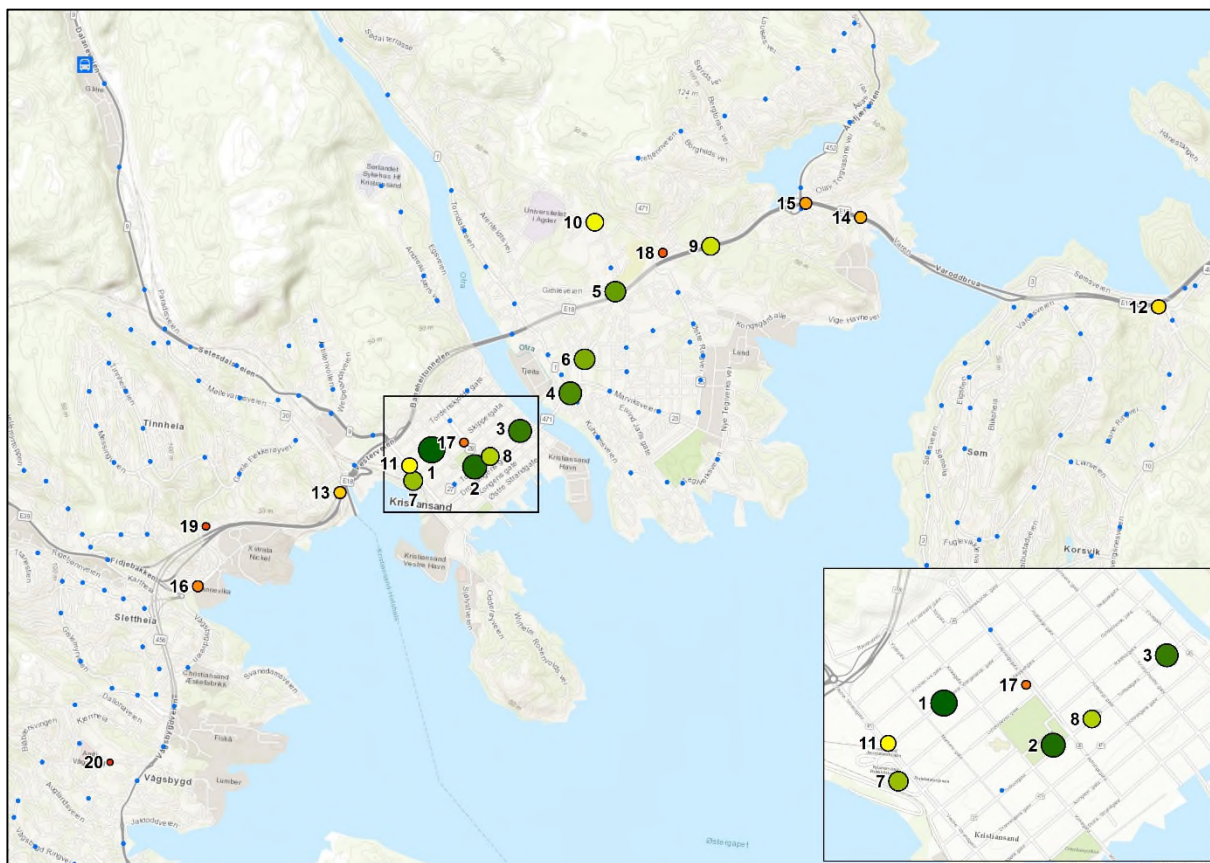


Figur 2.5: De viktigste endestoppestedene for busstilbudet i Kristiansandsområdet («Topp 20» hverdag). Stoppestedene er sortert etter antall avganger (ekskl. skoleruter og nattbuss).



Figur 2.6: Oversikt over de viktigste endestoppestedene for busstilbudet i Kristiansandsområdet og avstand til bussdepot i Dalaneveien 51 (gnr/bnr 151/393). Stoppestedene er sortert etter antall avganger (ekskl. skoleruter og nattbuss) («Topp 40» hverdag).

Figur 2.7 illustrerer hvilke stoppesteder (dvs. ikke kun endestoppesteder) som betjenes av flest busslinjer (inkl. skoleruter og nattbuss) i løpet av én hverdag. Det fremgår at mer enn 20 busslinjer stopper ved Henrik Wergelands gate, Rådhuset, Kvadraturen skolesenter og Lund Torv.



Figur 2.7: Stoppesteder i Kristiansandsområdet som betjener flest busslinjer («Topp 20» hverdag) (inkl. skoleruter og nattbuss).

Noen øvrige resultater som kan utledes fra grunnlagsmaterialet mottatt fra Agder Kollektivtrafikk AS, er blant annet:

- På en typisk hverdag kjøres det over 1400 bussavganger i Kristiansand. Gjennomsnittlig kjørelengde per avgang er ca. 15 km, mens gjennomsnittshastigheten i henhold til oppsatte rutetider er ca. 30 km/t.
- Årlige driftskostnader for busstilbudet i Kristiansand (ekskl. skoleruter og nattbuss) er beregnet til ca. 254 millioner kroner. Dette estimatet er basert på at enhetskostnaden for bussdrift er 45 kroner per rutekilometer i rushtidene om morgenen (kl. 7-9) og ettermiddagen (kl. 15-17), mens den er 35 kroner per kilometer utenom. Enhetsprisene er basert på fremskriving av SSB-statistikk og konsulentens erfaringstall fra andre byområder. Totalt innebærer dette at gjennomsnittlig driftskostnad per rutekilometer er beregnet til ca. 38 kroner. Dette estimatet kan avvike fra faktisk kontraktspris i Kristiansand.
- Samlet årlig energiforbruk for busstilbudet i Kristiansand (ekskl. skoleruter og nattbuss) ved bruk av dieselhybridbuss er beregnet til 2,1 millioner diesel. Dette estimatet er basert på et antatt forbruk på 0,35 liter per rutekilometer i rushtidene, ellers 0,30 liter per kilometer.
- Busslinjene i Kristiansandsområdet betjener over 600 unike stoppesteder i løpet av én virkedag.

2.3 Arendal

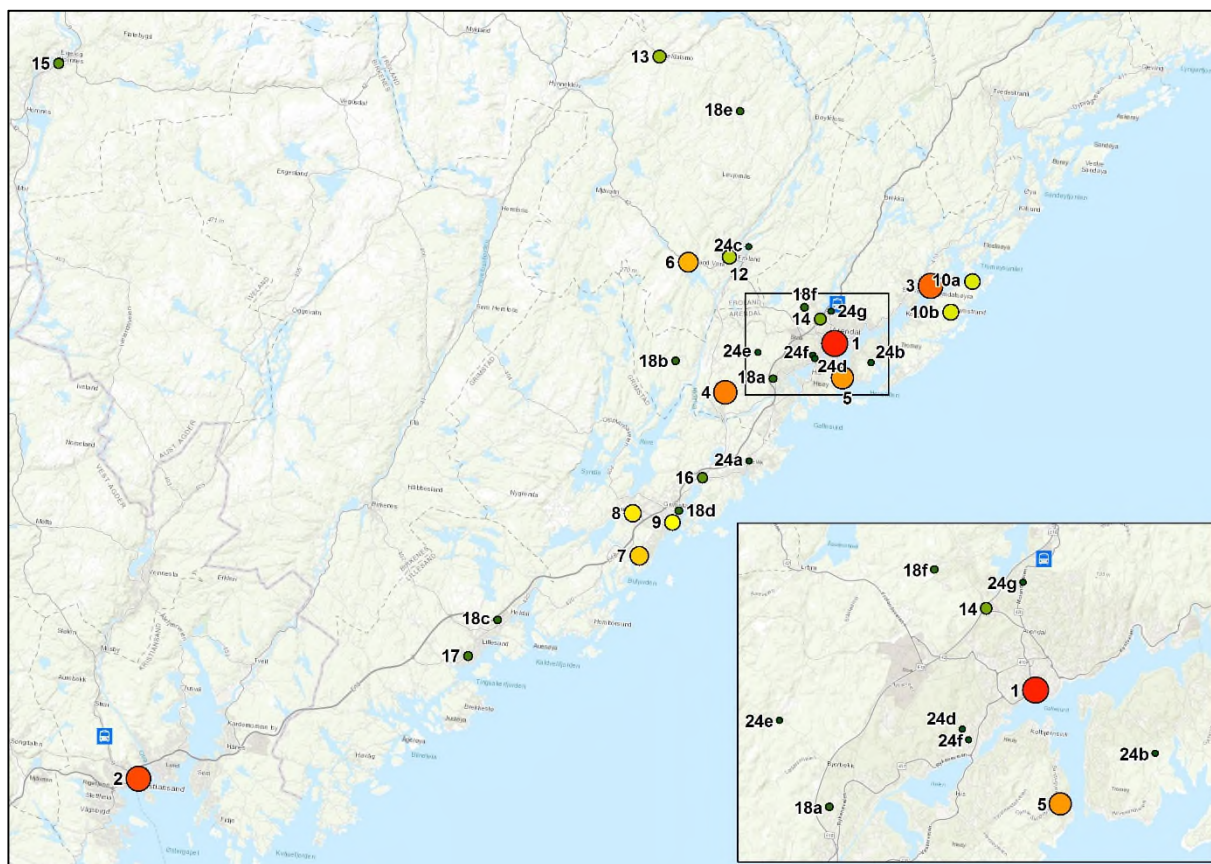
Som omtalt i avsnitt 1.1, er hovedvekten av arbeidet med denne utredningen lagt på Kristiansand by-område. Utredningen omfatter likevel perspektiver for bybusstilbudet i Arendal. På denne bakgrunn inneholder dette avsnittet en kort beskrivelse av noen sentrale karakteristika for busstilbudet i Arendal.

Omfanget av busstilbudet i Arendalsområdet er mindre enn i Kristiansand. Det består av 22 busslinjer (ekskl. skoleruter, men inkl. fire nattbuslinjer). Inndeling av busslinjene (som vist i Tabell 2.2) i henhold til samme seks kategoriene som for Kristiansand, innebærer at det er 18 busslinjer som kan være aktuelle for elektrifisering. For to av disse busslinjene (linje 150 og 151) foreligger det ingen grunnlagsopplysninger. En mer detaljert oversikt over busstilbudet i Arendal er gjengitt i vedlegg 1 (linjekart), mens en oversikt over de enkelte busslinjene (ekskl. skoleruter) er vist i vedlegg 2. Vedlegg 4 inneholder utdypende resultater fra analyser av busstilbudet i Arendal.

Tabell 2.2: Klassifisering av busslinjene i Arendal.

Kode	Type Linje	N linjer
1	Regionale linjer	4
2	Direktebuss	2
3	Lokale linjer	10
4	Arbeidsruter	2
5	Skolebuss	-
6	Nattbuss	4

Bussdepotet i Arendal ligger i Moland Park (Hans Thornes vei 60). Anlegget har snaut 60 bussoppstillingsplasser. Anlegget dekker dagens parkeringsbehov, og at det finnes en viss kapasitetsreserve. Se for øvrig skisse i vedlegg 5. Bussdepotet ligger i relativt kort avstand fra Arendal sentrum (ca. 3,5 km).



Figur 2.8: Oversikt over de viktigste endestoppestedene for busstilbudet i Arendalsområdet og avstand til depot («Topp 30» hverdag). Stoppestedene er sortert etter antall anløp (ekskl. skoleruter og nattbuss). Blått bussikon viser bussdepotet i Hans Thornes vei 60 (gnr/bnr 24/247-248).

Busstilbudet i Arendalsområdet kan kort oppsummeres som følger:

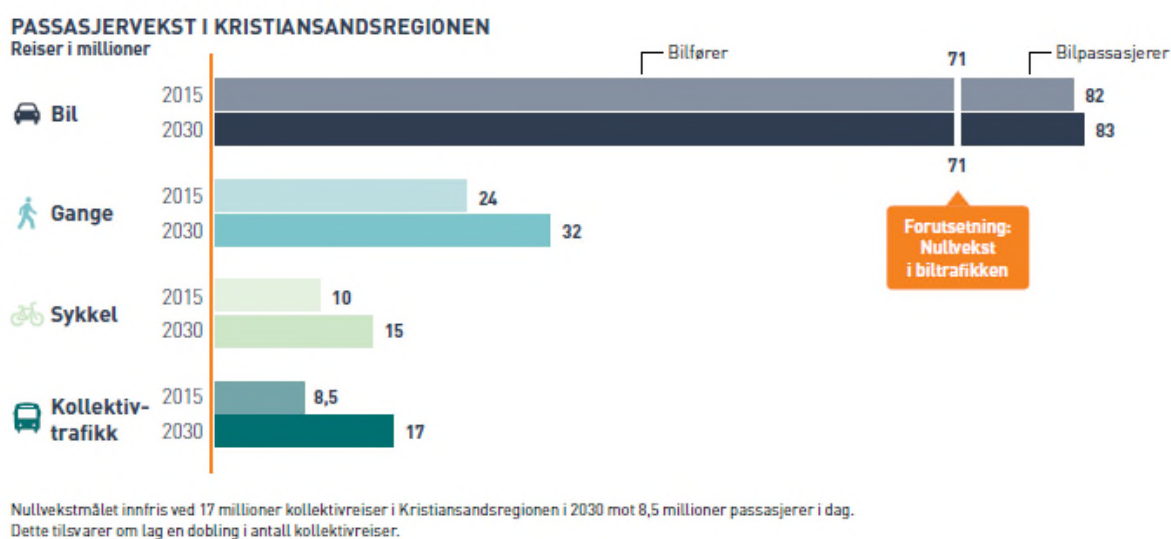
- Busslinjene i Arendalsområdet kjennetegnes av at det på en normal virkedag kjøres ca. 450 avganger. Linjene er relativt lange (ca. 28 km). Spesielt linje 175 mellom Arendal og Evje (ca. 82 km) og linje 100 Arendal–Kristiansand (ca. 70 km) påvirker gjennomsnittlige linjelengde. Linje 100 utgjør alene mer enn en tredjedel av den samlede ruteproduksjonen i Arendal.
- Busstilbudet i Arendalsområdet driftes av snaut 50 busser. Busslinjer med lang gjennomsnittlig kjørelengde per avgang anses ikke som aktuelle for elektrifisering. Dette innebærer at det kun er busslinjer i kategoriene 3 og 4 i Tabell 2.2 som inngår i analysene av elektrifisering (se avsnitt 4.1). Dette tilsier at 2/3 av bussene i Arendal kan være aktuelle som elbusser.
- I Arendal er referansealternativet for denne utredningen basert på at bussene kjører på ordinær diesel. Dette innebærer at energiforbruket i Arendal er ca. 25 prosent høyere enn for dieselhybrid i Kristiansand. På denne bakgrunnen er det årlige energiforbruket for busstilbudet i Arendal beregnet til 1,4 millioner liter, hvorav omlag halvparten er relatert til busslinjer som kan være aktuelle for elektrifisering.
- De årlige driftskostnadene for det samlede busstilbudet i Arendal er beregnet til ca. 135 millioner kroner, hvorav linjer som kan være aktuelle for elektrifisering utgjør ca. 71 millioner kroner.

2.4 Utvikling av kollektivtilbudet

2.4.1 Kristiansand

Kristiansand støtter opp om det politisk omforente nullvekstmålet. Dette innebærer at veksten i persontransporten i storbyområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. Dette innebærer at biltrafikken ikke skal øke utover dagens nivå.

I følge strategiplanen til Agder Kollektivtrafikk AS for perioden 2017-2030 innebærer nullvekstmålet at antall kollektivreisende i Kristiansandsområdet skal fordobles frem mot 2030 sammenlignet med 2015-situasjonen (se Figur 2.9). Som følge av den forventede befolkningsveksten i området, betyr dette at kollektivtrafikken i perioden må fordoble sin andel i persontransportmarkedet (fra 6 til 12 %).



Figur 2.9: Agder Kollektivtrafikk AS har en målsetting om fordobling av antall kollektivreisende i Kristiansand fra 2015 til 2030.

Urbanet Analyse har gjennomført en analyse av hvordan transportveksten skal fordeles mellom kollektivtransport, sykkel og gange i de største byområdene i Norge for at nullvekstmålet skal kunne oppfylles (UA notat 119/2017). Denne analysen tilsier at antall kollektivreisende i Kristiansand må øke med 94 prosent fra 2014 til 2030. Dette tilsvarer en årlig passasjervekst på 4,2 prosent. Dette kan karakteriseres som en ambisiøs målsetting, men den er ikke urealistisk ved en samlet virkemiddelbruk. I 2016 registrerte Agder Kollektivtrafikk AS en passasjervekst i Kristiansand nettopp på 4,2 prosent.

Agder Kollektivtrafikk AS har ikke foretatt noen detaljert analyse av hvordan kollektivtilbudet kommer til å utvikle seg frem mot 2030. For denne utredningen må det allikevel gjøres noen forutsetninger for utviklingen av kollektivtilbudet for å kunne «matche» nullvekstmålet.

På denne bakgrunn er følgende forutsetninger lagt til grunn for utviklingen av kollektivtilbudet i Kristiansand:

1. Kollektivtrafikken i Kristiansand skal ha en årlig passasjervekst på 4,2 prosent (iht. UA notat 119/2017).
2. Kollektivtilbudet i Kristiansand utvikles i samme takt som passasjerveksten (dvs. 1:1 forhold). Dette innebærer at utvikling av kollektivtilbudet i form av antall avganger, ruteproduksjon, energiforbruk og bussflåte forutsettes å bli trappet opp og følge utviklingstakten til passasjerveksten. Gjennomsnittlig ruteproduksjon per buss forutsettes derimot å være stabil.
3. Det er tatt utgangspunkt i situasjonsbeskrivelsen for kollektivtilbudet slik det er i 2017. Det er forutsatt at kollektivtilbudet utvikles likt for alle linjer. Det er sett bort ifra linje 56 (Ringbuss Søm), skoleruter og nattbusser i analysen.

Det er forhold som både taler for og imot forutsetningen om en 1:1 utvikling av kollektivtilbudet i Kristiansand. Argumenter for er blant annet at det er et potensial for smartere ruteplaner og høyere kapasitetsutnyttelse av eksisterende vognpark. Tradisjonell etterspørselsteori, som tilsier at tilbudet må vokse mer enn antall passasjerer, taler blant annet imot.

Ut ifra disse forutsetningene inneholder vedlegg 6 indeksert utvikling i nøkkelparametere for bybusslinjer i Kristiansand basert på vekstmål fra 2017 til 2030. Av disse figurene fremgår det blant annet at passasjertall, tilbud og vognmateriell er forutsatt å øke med vel 70 prosent.

Forutsetningene for utviklingen av kollektivtilbudet i Kristiansand innebærer samtidig at de økonomiske rammevilkårene til Agder Kollektivtrafikk AS må styrkes (økte tilskudd). Dette er også omtalt i selskapets strategiplan for 2017-2030.

2.4.2 Arendal

I Arendal er det etablert et ATP-samarbeid. Ambisjonen er at dette samarbeidet skal utløse belønningsmidler fra staten som kan benyttes til å styrke kollektivtilbudet. Nullvekstmålet er foreløpig ikke vedtatt.

I denne utredningen er det valgt å behandle Arendal og Kristiansand ensartet. Dette innebærer at forutsetningene for utviklingen av kollektivtilbudet i Arendal er de samme som for Kristiansand (vekstfaktor 4,2 %). Dette gir en indeksert utvikling i nøkkelparametere for busstilbudet i Arendalsområdet frem mot 2030 som dokumentert i vedlegg 7. Generelt er utviklingstendensene de samme for Arendal som for Kristiansand.

3 Hva er elektriske busser?

Dette kapitlet inneholder en kort beskrivelse av aktuelle løsninger for elektrifisering av bybusser. Videre i dette kapitlet er det gitt en kort oppsummering av status for innføring av elektriske busser i Norge. Dette til informasjon og inspirasjon for det videre arbeidet med å elektrifisere bybussene i Agder. Derneft er det redegjort for forutsetninger som ligger til grunn for analyseresultatene i det neste kapitlet, med spesiell vekt på kostnadsstruktur og forventet teknisk og økonomisk utvikling fremover.

3.1 Aktuelle teknologiløsninger

Elektriske busser er på mange måter ikke noe nytt. Trolleybusser, som utnytter kjøreledninger på samme måte som trikk, har vært i drift mange steder i Norge, men i dag kjøres trolleybuss bare i Bergen. Trolleybusser er imidlertid vanlig mange steder i Europa.

Med begrepet elektriske busser («elbusser») menes det i denne utredningen **batterielektriske** busser. Det fins i prinsippet to forskjellige former for teknologiløsning:

1. Depotlading
2. Hurtiglading

Volvo har publisert en video som gir en nyttig innføring i hva elektriske busser er og hvordan de ulike teknologiene kan operasjonaliseres i bybusstransport (se Figur 3.1).



Figur 3.1: Volvos innføring i elektriske busser og aktuelle teknologiløsninger (kilde: <https://www.youtube.com/watch?v=foDzAPfExro>).

Tabell 3.1 inneholder en overordnet oversikt over sentrale karakteristika ved de to aktuelle teknologiløsningene for elektrifisering av bybusser.

Tabell 3.1: Aktuelle teknologiløsninger for elbusser – oversikt.

Ladeteknologi		
	Nattlading	Hurtiglading
Kostnad for kjøretøy	4-5 mill. kroner	3,5-4 mill. kroner
Bussens vekt	17-19 tonn	13-15 tonn
Bussens energibruk	1,0-1,4 kWh/km	0,9-1,2 kWh/km
Batteritype	Litium jern fosfat (LFP)	Litium-titanate (LTO)
Batterikapasitet	200-330(+) kWh	55-125 kWh
Batterilevetid	Ved 50 % utlading i hver syklus, har batteriet en levetid på 5-6000 ladesykluser	Ved 50 % utlading i hver syklus, har batteriet en levetid på 30-40.000 ladesykluser
Normal rekkevidde (uten sikkerhetsmarginer)	160-275 km	50-100 km
Kostnad til ladeinfrastruktur	0,4 mill. kroner	3,75-6,25 mill. kroner
Effektnivå	22-80 kW (80 kW)	150-600 kW
Ladetid	2,5-8,0 timer	5-10 minutter ¹
Fleksibilitet i ruteproduksjon	Begrenset av rekkevidde	Begrenset av muligheten til å lade underveis
Kraftkostnad	Spot, påslag og elavgift	Spot, påslag og elavgift
Nettleiekostnad	Effektuttak avhenger av antall busser som lader samtidig på depot	Avhenger av effektuttak i gjennomsnitt over en time
Utprøvd teknologi	Noen få busser er i test i Norge	Utprøving i Norge starter i 2018

3.1.1 Depotlading

Depotlading (nattlading) kan gjennomføres med en trefase strømkurs (400 V) eller en enkel plug-in ladestasjon. Den kan også være integrert i selve bussen. Prisen vil være avhengig av type ladestasjon og kraften på stasjonen. Det kan også være behov for noe oppgradering av nettet. Det er ikke sikkert det er nødvendig med oppgradering av transformator, hvis det er få busser som skal lades om gangen.

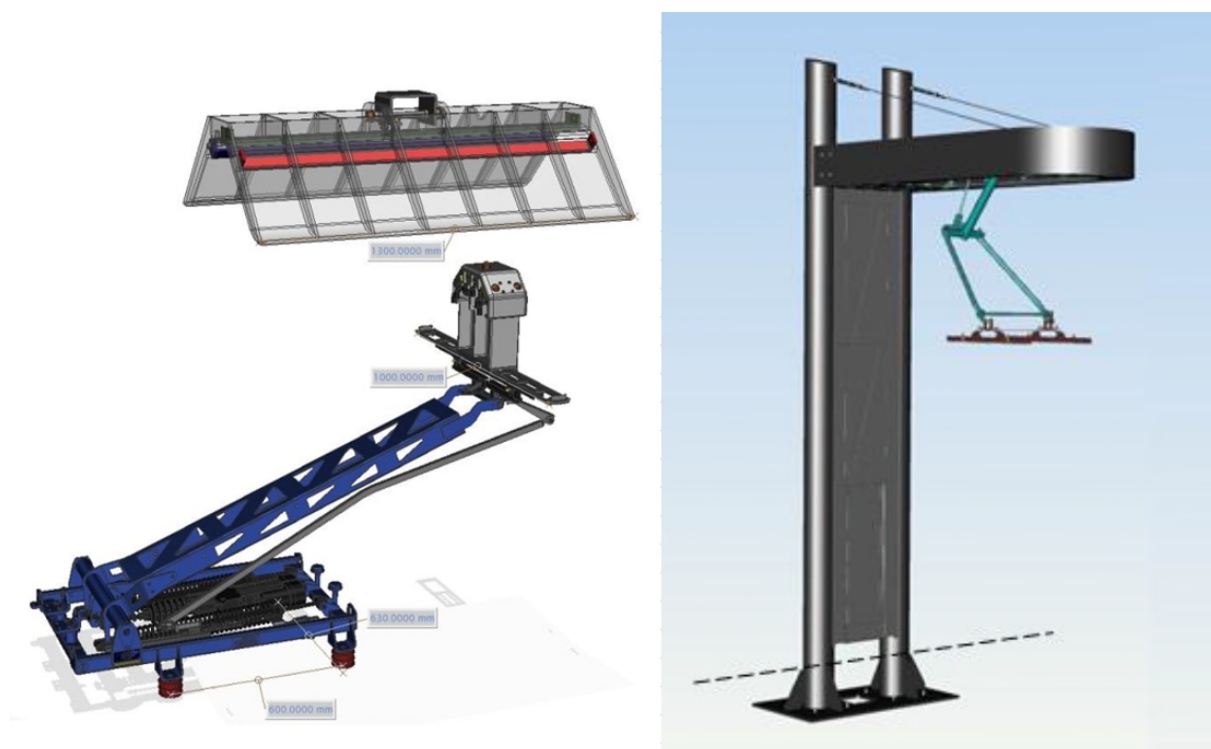


Figur 3.2: Ladestøpsel på elbuss i Stavanger til venstre (kilde: Boreal Buss) og stilistisk eksempel på depotlading til høyre (kilde: Siemens).

¹ Normalt effektuttak er 5-10 kWh/minutt. Normal ladetid avhenger blant annet av effektnivå.

3.1.2 Hurtiglading

Hurtiglading av elektriske busser gjennomføres på endestoppesteder med en pantograf (se Figur 3.3). Denne leveres i to prinsipielt forskjellige løsninger. Den ene (til høyre i Figur 3.3) har den bevegelige delen (pantografen) på stålmaster («inverted»), mens den andre (til venstre i Figur 3.3) har den bevegelige delen på bussen («conventional»). Ved å ha den bevegelige delen på bussen kan laderen brukes av andre busser hvis det skulle være driftsstans på denne delen. Ved å ha den på stålmaster reduseres vekten på bussen i tillegg kan det være en fordel at den er mer beskyttet mot vær.



Figur 3.3: Solaris og Siemens løsninger med henholdsvis bevegelig del i buss og på stålmaster.

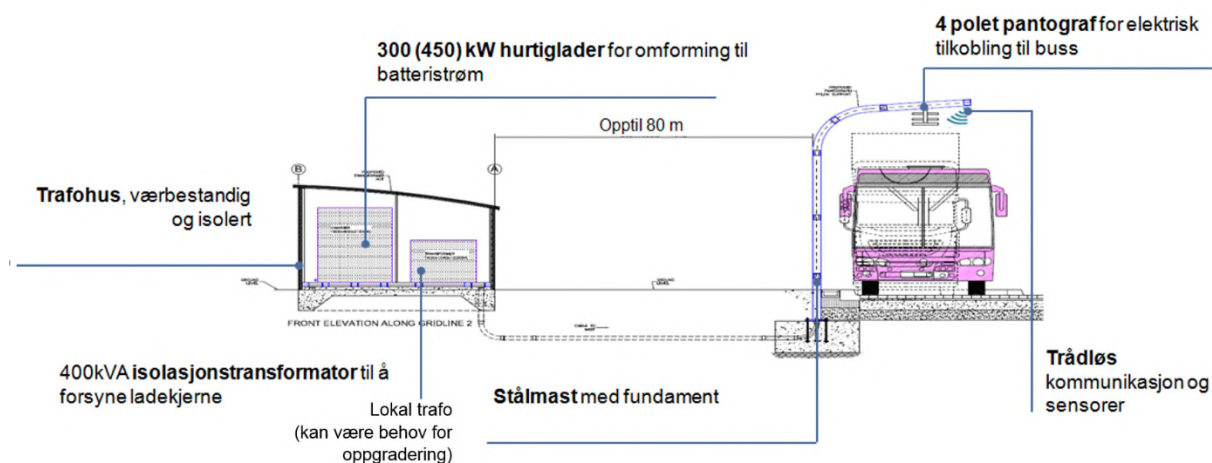
Signalene så langt fra bransjen er at standardiseringen går mot at den bevegelige delen er på stålmaster («inverted»). Ettersom ladeinfrastrukturen sannsynligvis har lengre levetid enn bussene, er det viktig at infrastrukturen er så standardisert og «åpen» som mulig. Det anbefales derfor å velge en løsning med den bevegelige delen på stålmaster. Det er også åpenbare fordeler med hensyn til klimapåvirkning (bl.a. snø og is) ved å ha en stasjonær plassering av den bevegelige delen. I Kristiansand har Boreal Buss valgt å ha den bevegelige delen på bussen, mens i Drammen er den «inverterte» løsningen valgt.

Dimensjonene på master som pantografen er festet til, er i størrelsesorden:

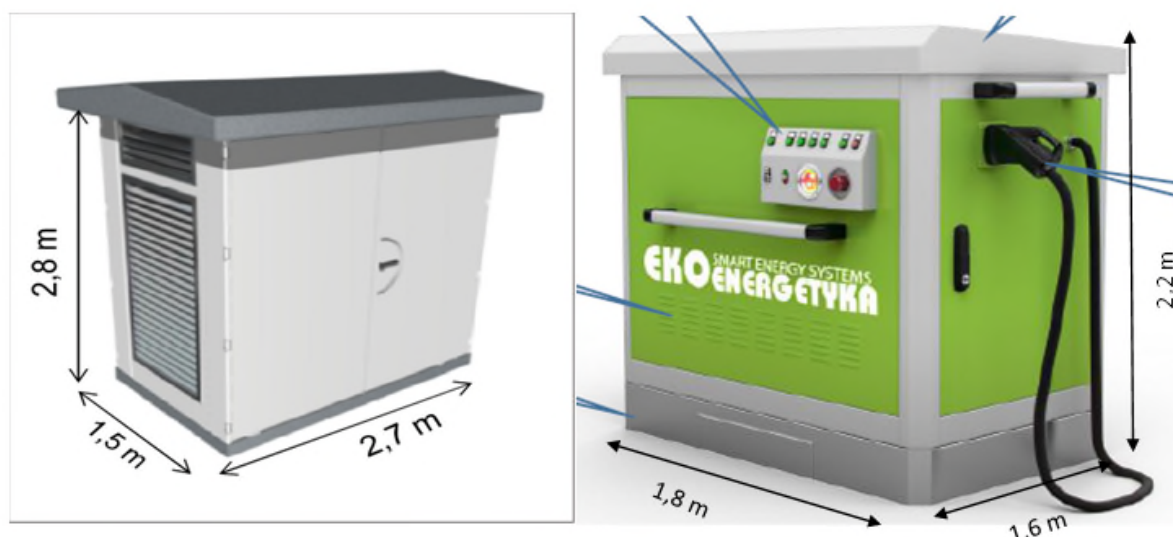
- Arm: 4,3 meter
- Høyde over bakken: 7-8 meter
- Bredde: 0,5 meter

Dette betyr at det også kreves et skikkelig fundament i betong. Vanlig størrelse på fundamentet er bredde 2,2 meter, lengde 2,4 meter og dybde 0,75 meter.

Figur 3.4 illustrerer prinsipiell teknologisk løsning for hurtiglading av elektriske busser for én leverandør, mens Figur 3.5 viser eksempler på teknisk hus (lokal nettstasjon) som inneholder likeretter og lader.



Figur 3.4: Prinsipiell teknologisk løsning for hurtiglading av elektriske busser (Kilde: Siemens).



Figur 3.5: Eksempler på tekniske hus som inneholder likeretter og lader (Kilder: Siemens og EKOenergetyca).

I tillegg til masten som pantografen er montert i, er det behov for en likeretter og selve ladefunksjonen. Denne må plasseres maksimalt 80 meter fra pantografen.

Det er etablert et europeisk samarbeid for å få frem åpne, standardiserte løsninger for hurtiglading («OPP Charge»). Når denne standarden er på plass, kan busser fra forskjellige produsenter bruke samme laderen.

Figur 3.6 på neste side er et visualiseringseksempel av hvordan elbuss, ladeinfrastruktur (pantograf og teknisk hus) og lehus på Mjøndalen stasjon var planlagt, mens Figur 3.7 viser hvordan hurtigladeren faktisk er blitt seende ut. Legg spesielt merke til at lehuset er flyttet til den andre siden av hurtigladeren, slik at det er plassert ved inngangsdøren til bussen. Det er også grunn til å merke seg at avstanden fra fortauskant til lademasst er relativt stor (ca. 1,8 meter). Dette som følge av krav blant annet til vintervedlikehold.



Figur 3.6: Illustrasjon av elbuss, ladeinfrastruktur (pantograf og teknisk hus) og lehus på Mjøndalen stasjon (kilde: Norconsult for Brakar).



Figur 3.7: Faktisk ladeinfrastruktur (pantograf og teknisk hus) og lehus på Mjøndalen stasjon pr. 30.11.2017 (foto: Brakar).

3.2 Hva skjer andre steder i Norge?

Som grunnlag for vurderinger, konklusjoner og anbefalinger for mulig elektrifisering av bybussene i Agder er det i denne utredningen gjennomført en overordnet kartlegging («benchmarking») av status for innfasing og utprøving av elbusser andre steder i Norge. Hensikten er å få en pekepinn på strategiske veivalg som andre fylker/administrasjonsselskap har gjort. Resultatene av benchmarkingen er oppsummert i Tabell 3.2.

Følgende konklusjoner og observasjoner kan trekkes:

- Bestiller ønsker å stille funksjonskrav (rekkevidde, ladetid, komfort om bord etc.) og overlater til leverandør å finne løsning.
- Gjennomgående står fylkeskommunene eller deres administrasjonsselskap som eier av bussene og ladeinfrastrukturen. Dette skyldes krav fra ENOVA og Klimasats.
- Bussleverandører har signalisert leveringstider på opptil 18 måneder (fra kontraktsinngåelse til ordinær idriftsettelse).
- Det er forskjellige tolkninger av hva teknologiutviklingen fremover vil kunne gi. Større rekkevidde eller lavere pris?
- Erfaringen er at det er krevende å etablere ladeinfrastruktur på stoppesteder langs eksisterende linjer (priser på rundt 4 millioner kroner).
- Noen av administrasjonsselskapene har vært villige til å ta risikoen i forbindelse med prøveprosjekter for å høste erfaringer med ny teknologi.
- Flere satser på utrulling av nye teknologiske løsninger (les: elbuss) i løpet av anbudsperioden.
- Ett felles tilbud for elbusser og ladeinfrastruktur eller todeling? Det vil sannsynligvis bli lettere med todeling jo lenger standardiseringen kommer.
- Gjennomgående er signalene at det i sentrumsområder satses på kollektivtrafikk med nullutslipp. Nullutslipp peker i de fleste tilfeller mot en teknologisk løsning med elbuss.

En gjennomgående begrunnelse for valg om utprøving av elbusser er sterk tro på at denne teknologien er riktig for bybusser, i hvert fall i fremtiden. Det er et ønske hos bestiller (administrasjonsselskap/fylkeskommune) å beholde den tradisjonelle ansvarsfordelingen, hvor bussoperatør har ansvaret for bussene. Når det gjelder bussdepot, er det i stor grad administrasjonsselskapet eller fylkeskommunen som har ansvar/eierskap knyttet til dette. På de fleste stedene som har valgt hurtiglading, har fylkeskommune eller administrasjonsselskap eierskap og råderett over ladeinfrastrukturen. Dette skyldes blant annet krav som ENOVA² har stilt for å yte økonomisk støtte til prosjekter med utprøving av ny teknologi (herunder elbusser og ladeinfrastruktur). ENOVA krever at den som søker om finansieringsstøtte også må eie det søknaden omfatter. ENOVA dekker inntil 40 prosent av merkostnadene ved utprøving av ny teknologi sammenlignet med tradisjonell teknologi (ordinær diesel). Også ressursinnsats knyttet til prosjektledelse/-oppfølging inngår i merkostnadene.

² ENOVA er et statsforetak som eies av Olje- og energidepartementet. ENOVA støtter utvikling av energi- og klimateknologi, energieffektive løsninger og energiltak som bidrar til økt forsyningssikkerhet. Dette gjøres hovedsakelig gjennom programmer som tilbyr finansiell støtte rettet mot de områdene hvor det kan dokumenteres størst effekt i form av reduserte klimagassutslipp eller spart, omlagt eller produsert energi.



Tabell 3.2: Status for elektrifisering av bybuss for noen andre utvalgte steder i Norge.

	Hedmark (Hedmark Trafikk)	Tromsø (Troms fylkestrafikk)	Trondheim (AtB)	Bergen (Skyss)	Drammen (Brakar)	Rogaland (Kolumbus)	Oslo (Ruter)
START	Planlagt 2019	Planlagt 2019	Planlagt august 2019, mulig uten hurtiglading	Planlagt august 2019	Planlagt mars 2018	2014	Desember 2017
BUSS	Anbud ut i november 2017, 3 busser med depotlading	Anbud ut i november 2017, 2 busser	Kontrahert 25 stk. 12 m. busser (Volvo) og 10 stk. 18 m. busser, levering august 2019	Anbud ut i januar 2018, 5 busser	6 busser skulle ha blitt levert 1. desember 2017 og satt i drift ca. 1. mars 2018. Forsinkelse har oppstått.	5 busser med depotlading i dag	6 busser i drift
LADING	Opp til operatør å velge, men det skal skje på depot	Hurtiglading to steder underveis (450-600 kW)	Anbud ute nå. Hurtiglading 8 steder underveis (450 kW) og nattlading på depot	Hurtiglading på 2 endeholdeplasser for en linje (450 kW)	Hurtiglading på 2 endeholdeplasser for en linje (300 kW)	Kolumbus har valgt teknologi	2 leddbusser depotlading, 2 busser med pantograf på bussen og 2 busser med pantograf på lademast
ANBUD	Et felles anbud for buss og infrastruktur	Et felles anbud for buss og infrastruktur	To anbud	Ikke avklart ennå	To anbud	Ett anbud	Et felles anbud for buss og infrastruktur. Nettopp startet anbudsprosess på Romerike, hvor det er lagt inn nullutslippsopsjoner for to ruteområder.
LINJE	Linje som går i sentrum, relativt rett og med mange kunder	Linje som går sentralt, med de klimatiske utfordringene som finnes	Linjer som er synlige i bybildet og dermed bidrar til redusert støy og utslipp. Mulig med avstand på 12-16 kilometer	Ikke endelig avklart. Sentralt i Bergen Sør.	Linje som er synlig i bybildet og hvor også endeholdeplassene er synlige	Bussene brukes fritt av bussoperatøren ut ifra hvor det til enhver tid er mest hensiktsmessig å bruke de.	Linjer som er synlige i bybildet og som betjener «tunge» linjer. Delvis også ut ifra at det er forskjellige bussoperatører for de tre linjene
BUSSMATERIELL	Bussoperatør	Bussoperatør overtar ansvaret etter hvert	Bussoperatør har ansvaret	Bussoperatør får ansvaret	Administrasjonsselskapet, vil bli overført til bussoperatør	Kolumbus eier bussene og leier disse videre til bussoperatør, som har ansvaret for drift og vedlikehold	Bussoperatør
LADENFRA-STRUKTUR	Eies av fylkeskommunen, men all drift og vedlikehold ivaretas av leverandør	Eies av fylkeskommunen, men all drift og vedlikehold ivaretas av leverandør	Eies av fylkeskommunen, men all drift og vedlikehold ivaretas av leverandør	Eies av fylkeskommunen, men all drift og vedlikehold ivaretas av leverandør	Eies av administrasjonsselskapet, men all drift og vedlikehold ivaretas av leverandør. Hurtigladerne ble etablert i november/desember 2017.	Kolumbus eier	Bussoperatør

ENOVA-kravet er utfordrende for lokal kollektivtransport med buss, ettersom det avviker fra den tradisjonelle rollefordelingen med rendyrkede roller for bestiller (fylke/administrasjonsselskap) og leverandør (bussoperatør). Basert på den tradisjonelle rollefordelingen er det ikke naturlig at et administrasjonsselskap (som Agder Kollektivtrafikk AS) står som eier av ladeinfrastruktur (pantografer). Det faller seg imidlertid heller ikke naturlig med operatøreid ladeinfrastruktur (slik modellen ligger an til å bli i Kristiansand). På samme måte som for kollektivterminaler og bussdepot, kan eierskap til ladeinfrastruktur være konkurransevridende. Dersom en bussoperatør skal ha eierskap til ladeinfrastruktur for elbusser, må bestiller stille krav i kontrakten om restkjøp når anbudsperioden avsluttes.

På mange måter er det derfor naturlig at det offentlige har eierskap til ladeinfrastruktur for elbusser. Det er imidlertid foreløpig ikke avklart hvilken offentlig aktør som er best egnet. Innføring av hurtiglader har derfor medført at de etablerte forretningsmodellene har blitt utfordret. Hva som vil være den mest hensiktsmessige modellen, vil forhåpentligvis bli klarlagt nærmere etter hvert som det blir høstet erfaringer med drift og vedlikehold av elbusser og hurtiglader.

Norske fylker/administrasjonsselskap har foreløpig lite erfaring med drift av elbusser. De forutsetter generelt at det innen neste mulige anbudsrunde er høstet erfaring som gjør at elektrifisering (helt eller delvis) kan gjennomføres fra oppstart av ny kontrakt. Det forutsettes også at kontrakter gir tilstrekkelig fleksibilitet til at det kan foretas innfasing av elbusser for et større område i løpet av kontraktsperioden.

3.3 Sammensetting av kostnader ved bussdrift

Totale kostnader knyttet til bussdrift kan deles inn på ulike måter. En mulig inndeling er å skille mellom drifts- og kapitalkostnader. Vi definerer driftskostnader som drivstoff, vedlikehold og reparasjon³, samt lønns- og administrasjonskostnader inkludert avgifter. Ulike erfaringstall viser at lønns- og administrasjonskostnader utgjør 60 til 70 prosent av de totale kostnadene.

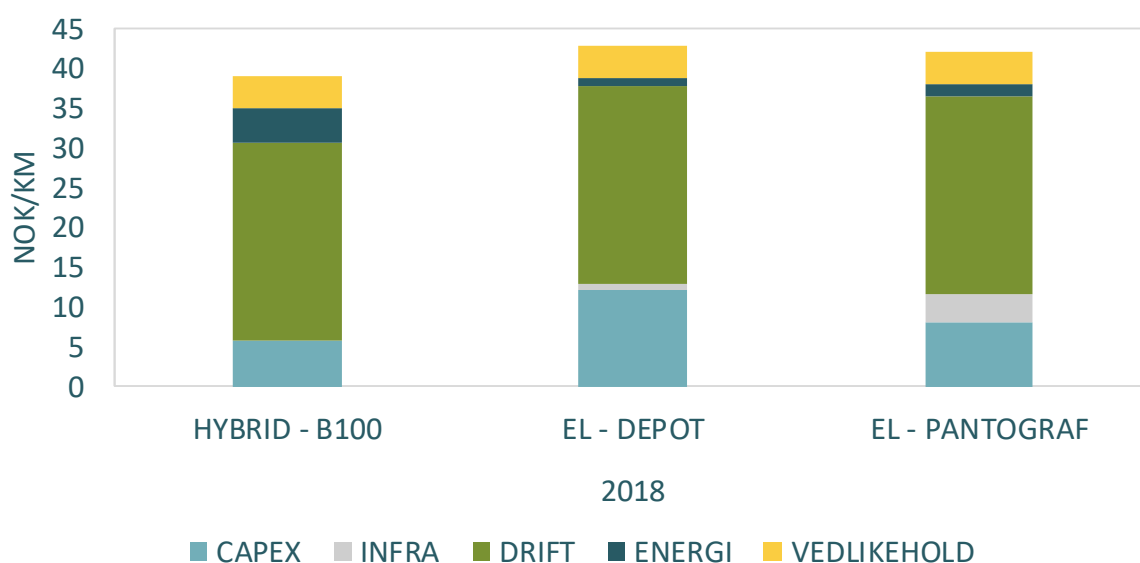
Kapitalkostnader inkluderer renter og avskrivninger. Avskrivninger reflekter verdifall eller slitasje på bussmateriell og tilhørende ladeinfrastruktur. Avskrivninger varierer både over tid og med bruk, for eksempel utkjørt distanse for bussene. Selv om det ikke er Agder Kollektivtrafikk AS som nødvendigvis er eier av bussmateriell eller eventuelt ladeinfrastruktur, så må selskapet dekke kapitalkostnadene inkludert en rimelig avkastning. Vi forutsetter et avkastningskrav på ni prosent på bussmateriell med levetid på 12 år og sju prosent for ladeinfrastruktur med levetid på 20 år. Avkastningskravet skal reflektere en rimelig avkastning for leverandørene/operatørene. Vi antar et lavere avkastningskrav for infrastruktur, fordi tilsvarende investeringer i infrastruktur som regel har et lavere avkastningskrav. Vi har lagt til grunn batteribytte etter sju år. Dette er en vestlig del av kapitalkostnaden til elektriske busser.

Det finnes ikke erfaringstall på levetid for pantografer og teknologien er ikke prøvd ut over lengre tid. Tilbakemeldinger fra leverandørene er at levetiden for hurtiglader er 15 til 30 år. Når det gjelder nettilknytningen (trafo) og tilhørende grunnarbeid med graving, har det normalt en levetid på 40 år hos nettselskapene. Denne delen av kostnaden utgjør omlag 30 prosent av investeringskostnaden. Levetiden for trafo er 30 til 50 år, men avhenger av belastningen over tid. Samlet vurderes en økonomisk levetid på 20 år for en hurtiglader som rimelig. Vi har gjort noen sensitivitetsberegninger på betydningen av levetiden.

Det avgjørende ved valg av teknologi er å skille på kostnader som er vesentlig forskjellig mellom teknologiene. Investeringer i bussmateriell, ladeinfrastruktur og energikostnader er forskjellig for ulike teknologier, og betydelig høyere for elbusser. Energiforbruket er imidlertid betydelig lavere enn for bi drivstoff på grunn av lave strømkostnader og lavere energiforbruk i elbusser. Det er knyttet usikkerhet til fremtidige vedlikeholdskostnader, selv om flere angir at elektriske busser har lavere vedlikehold som følge av færre komponenter i drivlinjen. I vår analyse har vi lagt til grunn at vedlikeholdskostnadene er tilnærmet lik for teknologiene i dag, men gradvis fallende for elektriske busser over tid når det er utarbeidet rutiner for drift og vedlikehold. I vår vurdering er det kapital-, infrastruktur- og energikostnader som er avgjørende for kostnadsdifferansen mellom teknologiene.

³ Inkludert dekk og olje

Figur 3.8 viser en sammenstilling av kostnadene for ulike teknologier i 2018. Det er ikke tatt hensyn til forventet kostnadsutvikling fremover. I figuren er kostnadene for en elektrisk buss basert på hurtiglading med pantograf fordelt slik at kapitalkostnader knyttet til bussmateriell («CAPEX») utgjør omtrent 19 prosent, kapitalkostnader og driftskostnader knyttet til ladeinfrastruktur («INFRA») utgjør 8 prosent, lønns- og administrative kostnader («DRIFT») 59 prosent, drivstoffkostnader inkludert nettleie utgjør 4 prosent («ENERGI»), mens vedlikehold og reparasjon utgjør 10 prosent («VEDLIKEHOLD»). Kostnadsforskjellen mellom teknologiene vil være avhengig av hvor langt hver buss kjører. Ved høy produksjon av rutekilometer vil forskjellene i kapitalkostnader reduseres og forskjellene i energikostnader få økt betydning. Elbusser må derfor produsere en del rutekilometer for å være økonomisk konkurransedyktig med en hybrid- eller dieselsbuss.



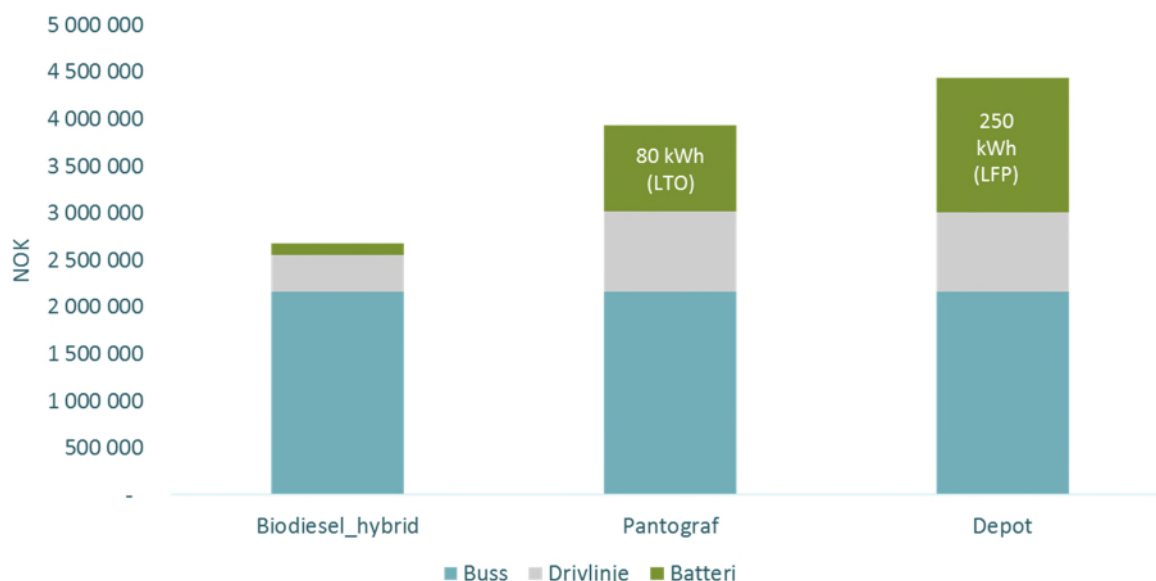
Figur 3.8: Totalkostnad per kilometer for ulike teknologier – illustrativ.

Når det gjelder lønns- og administrasjonskostnader, har vi lagt til grunn 25 kroner per kilometer. Disse kostnadene varierer ikke mellom teknologiene. Et sentralt spørsmål er om teknologivalgene påvirker lønns- og vedlikeholdskostnadene. Elbusser kan øke lønnskostnadene dersom det blir behov for flere busser til å betjene linjene, dersom lading på endeholdeplass gjør at sjåførene får økt arbeidstid for å betjene samme antall rutekilometer eller dersom det blir mer kjøring til depot for å lade. I vår analyse har vi ikke vurdert disse forholdene nærmere. Vi har derfor lagt til grunn at lønnskostnadene per rutekilometer blir den samme med og uten elektrifisering. Dette er en forenkling, og bør derfor vurderes nærmere før en eventuell implementering av elbusser i Agder.

3.4 Elbusser er mer kostbare i innkjøp

De aller fleste bussleverandørene har helelektriske busser under utvikling eller produksjon. Det er krevende å få en nøyaktig dekomponering av ulike kostnadselementer knyttet til bussmateriell, men vi har lagt til grunn en grov inndeling mellom buss (karosseri, seter, dekk, etc.), drivlinje og batterikostnad. Inndelingen gjør det mulig å fremskrive reduksjon i drivlinje- og batterikostnader for elektriske busser sammenlignet med referansealternativet. Kostnadene for buss og drivlinje er basert på VTT underlagsrapport til THEMA i prosjektet for Samferdselsdepartementet (THEMA 2016). Kostnaden til selve bussen er lik for elbusser og hybridbusser. Drivlinjen er mer kostbar for elbusser enn for hybridbusser, men er den samme for elbusser med depotlading og hurtiglading (pantograf). Batterikostnaden er beskrevet nærmere under.

På denne bakgrunn inneholder Figur 3.9 en sammenstilling av estimerte investeringskostnader per buss fordelt på ulike kostnadselementer. Resultatene omfatter ikke ladeinfrastruktur.



Figur 3.9: Sammenstilling av estimerte investeringskostnader per buss (uten ladeinfrastruktur).

Figuren viser at batteriet utgjør en stor andel av kostnaden ved anskaffelse av en elbuss. I tillegg er kostnaden ulik for batterier som brukes til depotlading og batterier til hurtiglading på endestopp.

Felles for teknologiene er at batteripakkens størrelse baseres på «worst case» prinsippet for å kunne sikre pålitelig drift av bussene. Energiforbruket påvirkes av høydeforskjell, passasjerbelegg, temperatur og hyppig start-/stoppmønster. For å være sikker på at bussene skal klare «worst case», har vi i analysene dimensjonert batteriene basert på at bussene skal kunne stå over lading ved ett endestopp. I tillegg har vi lagt til grunn krevende kjøreforhold (f.eks. snø) og at energiforbruket per kilometer i en slik situasjon er ca. 50 prosent høyere enn et normalt gjennomsnitt. Men en slik tilnærming vil batteriene i en normalsituasjon ikke lades ut mer enn 50-70 prosent. En slik lav utladning i normal drift vil bidra til høy levetid på batteriene.

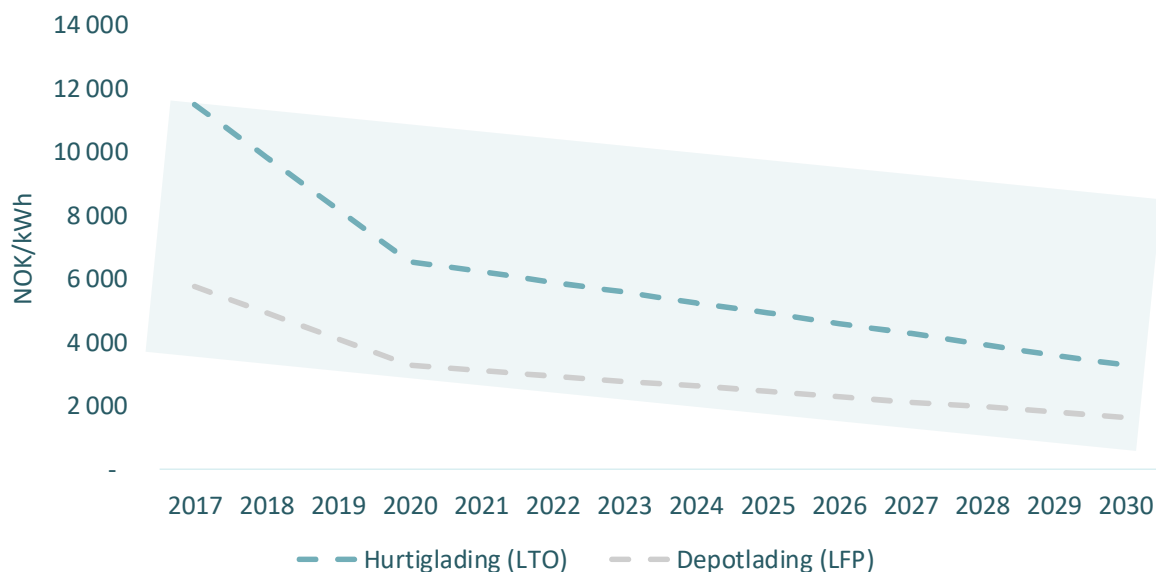
Hurtiglading med pantograf på endestopp gjør at bussene trenger mindre batteristørrelse (60 til 120 kWh). Slike busser kan kjøre på linjer med 20-30 kilometer mellom hver lading når man legger til grunn av bussen skal kunne stå over én lading selv på dager med høyt energiforbruk (50 prosent høyere enn normalen). Busser basert på hurtiglading er mest formålstjenlig på linjer opptil 25 kilometer hvis sikkerhetsmarginer legges til grunn.

Det brukes fem ulike litium-ion batterityper for kjøretøy (NCA, NMC, LMO, LTO, LFP). LTO er best egnet for hurtiglading siden det kan lades på høy effekt uten at varmeutvikling blir et problem. Denne batteritypen tåler også flere ladesykluser før batteriet blir forringet, men har lavere energitetthet og høyere kostnad per kWh. Estimer fra ulike kilder viser at batterier til hurtiglading på endestopp er minst dobbelt så dyrt som depotlading per kWh.

Forutsetningen for valg av elbusser basert på depotlading er at batteriene må være tilstrekkelig store til at bussen kan kjøre som normalt en hel dag. Batterikapasiteten for bussene som tilbys i dag er mellom 200 til 330 kWh og rekkevidden er 100-250 kilometer. Proterra i USA tilbyr sin Catalyst E2 Series (12 meter) med batteristørrelse 440 til 660 kWh som viser et potensial for større batteripakker i busser.

Læringseffekter og masseproduksjon har ført til kostnadsreduksjoner de siste årene samtidig som ytelsen for batterier har økt. Batterikostnaden har falt med over 70 prosent siden 2008. California Environmental Protection Agency (2016) har utført en studie der de har sammenstilt ulike studier og kilder

som har uttalt seg om forventet kostnadsutvikling for batterier til elektriske busser⁴. Vi har lagt til grunn en medianverdi fra de ulike studiene som vist i Figur 3.10.



Figur 3.10: Kostnadsutvikling for ulike batteriteknologier.

Felles for begge batteritypene er at det forventes en kraftig kostnadsreduksjon frem mot 2020 drevet av teknologiutvikling og storskalaproduksjon. Etter 2020 er læringskurven avtagende. Det er utført færre studier på kostnader for LTO enn for LRF etter 2020, og kostnadsforskjellen mellom de to teknologiene er derfor usikker fremover i tid. Vi legger til grunn at kostnadsforskjellen per kWh opprettholdes frem til 2030, men målt i absolutte kroner vil kostnadsforskjellen mellom teknologiene bli mindre over tid.

Det amerikanske energidepartementet har satt et mål på ytterligere kostnadsreduksjon innen 2022, hvilket tilsier en kostnadsreduksjon på omtrent 10 prosent per år. Ulike studier og kilder forventer fortsatt en betydelig kostnadsreduksjon generelt på batterier, men avtagende effekt over tid. Fallende batterikostnader vil føre til at elektriske busser blir mer konkurransedyktige. En kombinasjon av reduserte batterikostnader og økt ytelse vil øke rekkeviddepotensialet for elektriske busser.

Økt rekkevidde gjennom forbedret teknologi, som økt energitetthet i batteriene, vil øke potensialet for bruken av elektriske busser basert på depotlading.

3.5 Stor forskjell i infrastrukturkostnader ved depot- og hurtiglading

Alle elektriske busser med batterier bør lades når de står parkert ved depot («Overnight Charging»). Dette gjelder også for busser basert på hurtiglading med pantograf («Opportunity Charging»).

3.5.1 Depotlading

Lading skjer på bussenes depot nattetid og lading tar typisk 4-5 timer med ladekapasitet på 50 kW. Det er minimalt med infrastrukturbehov for busser basert på depotlading, siden bussen kobles til laderen med en kabel. Hvis flere busser lades samtidig på depot, vil det føre til et stort effektuttak som kan utløse behov for ytterligere nettforsterkninger. Vi har i våre beregninger antatt at det ikke oppstår behov for store investeringer i nettanlegg, siden den tilgjengelige 1 MW på depotet (både i Kristiansand og

⁴ ACTIA (2016), Navigant Research (2016), Proterra (2016), CACTUS (2015), New Flyer (2016) etc.

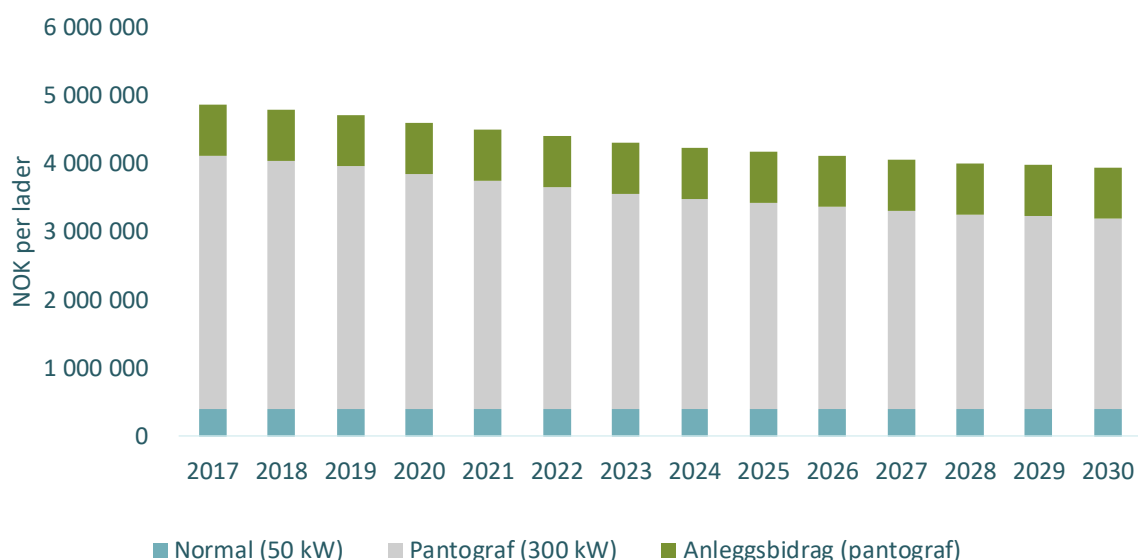
Arendal) er tilstrekkelig for hver enkelt linje. Dersom mange linjer skal benytte depotlading, kan dette føre til et anleggsbidrag. I så fall vil dette bli fordelt på mange busser, slik at kostnaden blir begrenset.

3.5.2 Hurtiglading

Hurtiglading krever at det etableres ladestasjoner på stoppesteder. Lading skjer normalt på busslinjenes endestopp. Effektuttak på hurtiglader kan variere fra 150 til 600 kW, men så langt fins det få eksempler på 600 kW. Vi har lagt til grunn pantografer med 300 kW i våre beregninger. Med 300 kW vil man lade 5 kWh per minutt på endestopet. Dersom bussen kjører 25 km med et energiforbruk på 1,2 kWh per kilometer, vil det gi en ladetid på seks minutter på endeholdeplassen i normal drift og inntil ti minutter dersom energiforbruket er 50 prosent høyere («worst case»). Vi har ikke gjort noen vurdering av om det alltid vil være tilstrekkelig tid til å lade på endeholdeplass, siden det vil være avhengig av bussenes fremkommelighet og eventuelle forsinkelser på hver linje. Dette er en viktig forutsetning og en risiko som må vurderes nærmere før man etablerer elbusser basert på hurtiglading.

3.5.3 Totalkostnader og kostnadsutvikling for ladeinfrastruktur til elbusser

Figur 3.11 viser hvilke forutsetninger vi har lagt til grunn for kostnadsutviklingen i ladeinfrastruktur per buss.



Figur 3.11: Kostnadsutvikling for ladeteknologiene.

Leverandører har oppgitt at kostnaden på pantograf er i størrelsesorden 2,5 til 4,5 millioner kroner. I tillegg kommer grunn- og gravearbeid og anleggsbidrag til nettselskapet. I våre beregninger har vi lagt til grunn 3,7 millioner kroner for selve pantografen med grunnarbeid og 750 000 kroner i anleggsbidrag til nettselskapet (inkludert trafokostnaden), totalt 4,45 millioner kroner. Utfallsrommet for totalkostnaden er fra ca. 3,75 til 6,25 millioner kroner.

Å knytte en pantograf til strømmettet vil utløse anleggsbidrag fra nettselskapet. Anleggsbidrag er et investeringstilskudd som kreves inn fra nettkunder. Dette benyttes når det må investeres i nye nettanlegg for å kunne knytte kundene til strømmettet eller for å kunne levere en høyere maksimaleffekt. Det er variasjoner i kostnader for anleggsbidraget basert på hvor mye ledig kapasitet det er ved endestoppestedet. Vi har anslått at en pantograf i snitt vil utløse 750 000 kroner i anleggsbidrag basert på generelle opplysninger fra Agder Energi Nett og Boreal. Anleggsbidraget holdes stabilt over perioden.

Vi forventer også en læringseffekt og dermed avtagende kostnader for pantograf fremover ved at bestilling av flere pantografer vil redusere engangskostnaden grunnet behov for redusert ressursinnsats

innen engineering og prosjektledelse. Kostnadsutviklingen er usikker, men vi har lagt til grunn tall fra TØI (2017). Dette gir en nedgang på 500 000 kroner innen 2025.

I våre beregninger har vi inkludert en depotlader på 50 kW til alle elbussene, inkludert busser som hurtiglader på endeholdeplass. Dette for å unngå at batteriet må fylles på endestopp før første og siste avgang. Til dette har vi inkludert en kostnad på 400 000 kroner per lader (inkludert oppkobling). Eventuelt kan lavere effektuttak på depotlader (< 20 kW) redusere kostnaden, men dette vil øke ladetiden.

3.6 Energikostnader

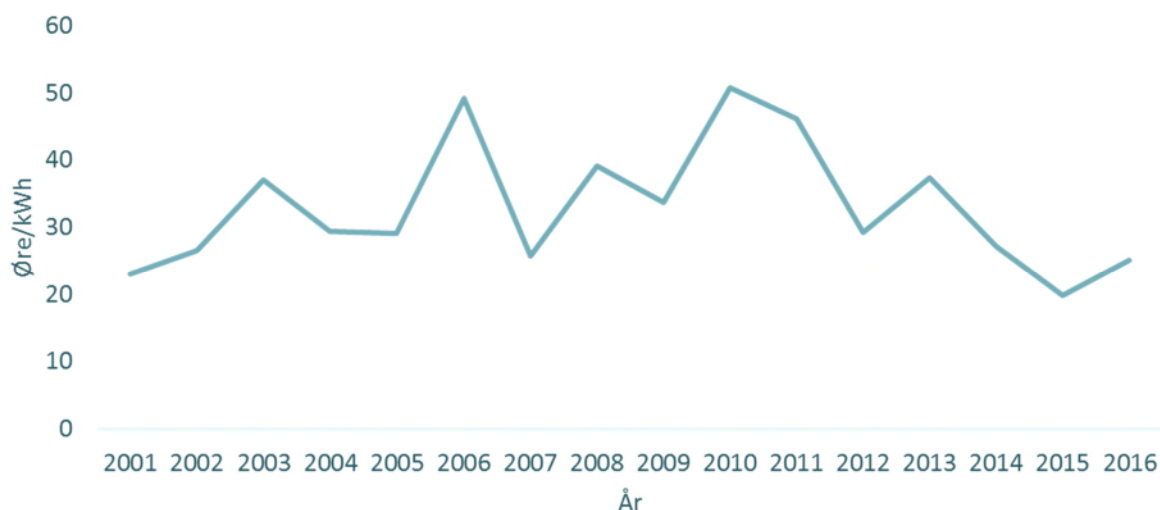
3.6.1 Biodiesel B100

Biodiesel B100 kan anvendes i dieselmotorer som er godkjent for 100 prosent biodiesel. Biodiesel B100 er produsert av vegetabiliske oljer. Eksempelvis benytter Circle K biodiesel basert på Raps Metyl Ester (RME). Prisen på B100 har variert de siste årene mellom 10 til 15 kroner per liter ekskludert merverdiavgift (veiledende pris hos Circle K). I våre beregninger har vi lagt til grunn omtrent 13,5 kroner per liter, samt noe økning i løpet av perioden.

3.6.2 Strøm

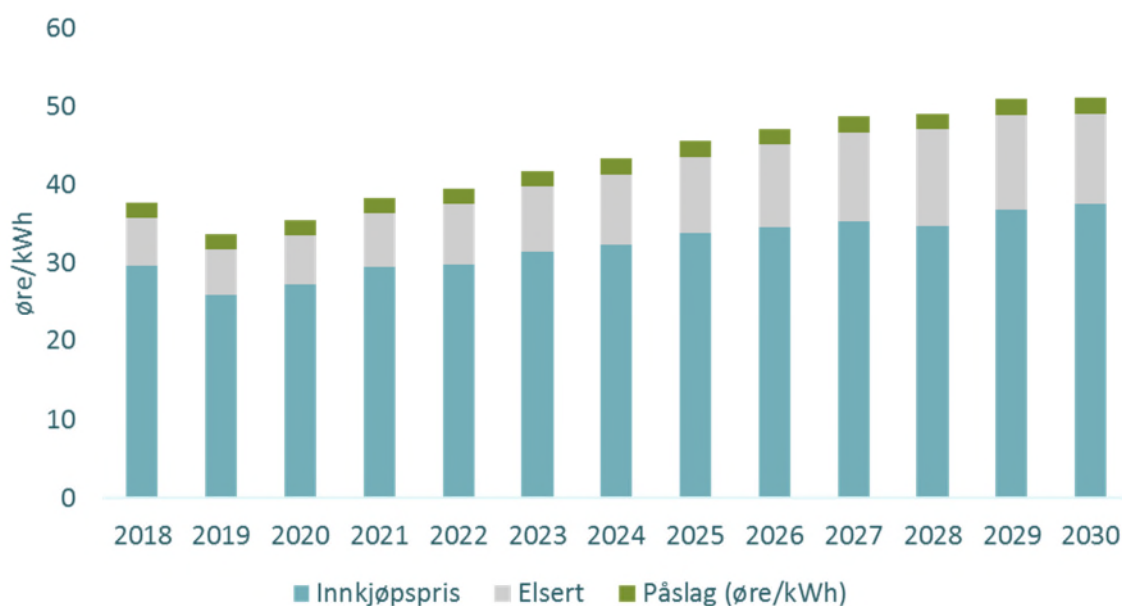
Kraftprisen til sluttbrukerkunder består av flere elementer. Utgangspunktet for kraftprisen er innkjøpsprisen fra Nord Pool, direkte kostnader knyttet til elsertifikatordningen og påslag fra kraftleverandør.

Figur 3.12 viser utviklingen i gjennomsnittlig årlig innkjøpspris i Kristiansandsområdet fra 2001 til 2016. Det fremgår at innkjøpsprisen har variert betydelig. De siste årene har den gjennomsnittlige kraftprisen falt som følge av lavere brenselpriser (kull- og gasspriser), lav kvotepris og økt utbygging av fornybar energi i Norden.



Figur 3.12 : Innkjøpspris i Kristiansandsområdet i perioden 2001-2016.

Figur 3.13 viser hvilke forutsetninger vi har lagt til grunn for strømkostnaden i årene fremover. Som figuren viser, forventer vi en økning i kraftprisene frem mot 2030. Fra tidlig på 2020-tallet forventer vi at en strammere kraftbalanse og økte CO₂-priser skal bidra til økte kraftpriser i Norden. I tillegg mener vi at kostnaden i sertifikatmarkedet vil øke noe.



Figur 3.13: Utviklingen i direkte strømknstnader.

Elsertifikater er en felles norsk-svensk ordning som skal bidra til økt fornybar kraftproduksjon. Innen 2020 skal ordningen utløse en samlet årlig produksjon på 26,4 TWh i Norge og Sverige. Ordningen fungerer i praksis ved at støtten til utbygging av økt fornybar produksjonskapasitet innkreves gjennom strømfakturaen. Den direkte kostnaden knyttet til elsertifikater blir belastet alle de strømforbrukere som i dag betaler elavgift på strøm. Dette utgjør i hovedsak husholdninger og tjenesteytende næring. Ordningen har imidlertid også en indirekte økonomisk konsekvens ved at den utløser økt kraftproduksjon som igjen kan redusere kraftleverandørenes innkjøpspris på strøm, slik at det er summen av disse to som er viktig.

3.7 Nettleie

Det er ingen direkte sammenheng mellom innkjøpspris på kraft og nettleie. Beregningen av nettleie er regulert av myndighetene. Nettleien varierer mellom de ulike nettselskapene basert på deres totalkostnader og en relativ effektivitetsscore mot andre nettselskap. Ordningen med effektivitetsscore gjør at det er en konkurranse mellom nettselskapene som gjør at nettselskapene skal drives mest mulig effektivt og gir sterke insentiver til at nettselskapene skal drives mest mulig effektivt til tross for at de er naturlige monopoler.

Nettleien til Agder Energi Nett er fordelt på et fastledd, et effektledd og et energiledd. Nettleien er utformet i samsvar med retningslinjer og rammer fra NVE⁵. For næringskunder er fastleddet satt til 50 kroner per måned og energileddet er 3,12 øre/kWh. Effektleddet varierer med effektuttak og om det er sommer eller vinter. Effektleddet utgjør den største andelen av nettleien.

På landsbasis er det forventet en økning i nettleien på 30 prosent frem til 2025. Dette er drevet av et stort investeringsbehov i nettet. Vi har avklart med Agder Energi Nett at dette estimatet også gir en representativ prognose av nettleieutviklingen i Agder, men det er en del usikkerhet i dette. Vi har lagt til grunn at effektleddet øker med 30 prosent frem til 2025 og deretter holdes reelt fast. Dagens utforming av effektleddet er slik at kostnadene per kW reduseres i ulike trappetrinn, henholdsvis 0-50 kW, 50-200 kW og 200-1000 kW. Dette gjør at økende kW gir høy, men avtagende, økning i kostnadene.

Det er flere forhold som påvirker nettleienivået til elektriske busser fremover:

⁵ Norges vassdrags- og energidirektorat

- Behov for investeringer og fornyelse av nettet
- Behov for vedlikehold
- Utvikling i rentenivå som påvirker avkastningen til nett
- Økte investeringer og kostnader i sentralnettet (Statnett)
- Tidsoppløsning i beregning av effekt (kWh/time eller kWh/kvarter)
- Endring i omfordelingen av kostnader og nettleiestruktur

Det siste punktet representerer kanskje den største usikkerheten. NVE vurderer sin regulering av hvordan nettleien kan utformes. Ved endringer i utformingen av nettleien, vil Agder Energi Nett sine inntekter være uendret, men det kan føre til en *omfordeling* av kostnader mellom nettkundene.

I dagens modell vil timen med høyest energiuttak (eller effekt som i dag måles som kWh/time) være bestemmende for nettleien. Elbusser vil ha store variasjoner i uttaket innenfor én time. Det blir derfor gjennomsnittuttaket over en time som er bestemmende for nettleien. Den timen i måneden med størst uttak legges til grunn for nettleieberegningen. Fordi elbusser har et regelmessig uttak alle dager i løpet av en måned, ser vi ikke for oss at en omlegging til nye tariffer basert på såkalt abonnert effekt, slik NVE har indikert, vil gi store endringer i nettleien. Likevel kan en slik omlegging føre til endring i nettleienivået ved at alle kunder får samme tariff. Det kan gi høyere eller lavere nettleie, avhengig av hvordan dagens tariff fordeles mellom kunder. Dersom kostnaden per kW ikke lenger blir avtagende ved økt effektuttak, vil dette isolert sett gi høyere nettleie for høyt effektuttak fra pantografer.

3.7.1 Avgifter

Elavgiften (forbruksavgift på elektrisk kraft) er en særavgift som er prissatt til 16,32 øre per kWh i 2017. Vi har valgt å holde elavgiften fast reelt, noe som tilsier at den vil øke med inflasjonen. Det gis avgiftsfritak for elavgiften for bruk av strøm til fremdrift av tog, T-bane, trikk og trolleybuss. På sikt kan det derfor tenkes at avgiftsfritaket også vil gjelde for elektriske busser.

Vi har i våre kostnadsberegninger lagt til grunn full elavgift til elbusser, som er dagens situasjon. I tillegg har vi vurdert betydningen av elavgiften i våre sensitivitetsberegninger, slik at man kan se hva elavgiften har å si for kostnaden til elektriske busser.

4 Elektrifisering av bybussene i Agder

Dette kapitlet omhandler resultater fra kostnadsberegninger og analyser av de enkelte busslinjenes potensial og egnethet for batterielektrisk drift med tilhørende muligheter for henholdsvis depotlading og hurtiglading – eller begge teknologiløsningene. Hovedfokus er lagt på Kristiansand, men hovedresultatene for Arendal er også gjengitt. Referansealternativet for Kristiansand er hybridbusser med B100, mens referansealternativet for Arendal er rene dieselbusser.

Det er generelt lagt mest vekt på at **total kostnadene** ved innfasing av elbusser må være konkurransedyktig med tradisjonell bussdrift – og aller helst lavere – sett over investeringsens levetid. Agder Kollektivtrafikk AS har fokus på å oppnå mest mulig miljøvennlige løsninger til en riktig pris, og at innfasing av ny teknologi skal skje på riktig tidspunkt («timing»).

4.1 Sammenstilling av kostnadsberegninger

Analysen er basert på resultater fra en modell utviklet av THEMA. Modellen beregner total kostnader over levetiden for bruk av busser og ulike teknologivalg. Modellen inkluderer endringer i teknologikostnader, med hovedvekt på utvikling i batterikostnader over tid, endringer i operasjonelle parametere og utviklingen av kollektivtilbudet (antall busser og ruteproduksjon). I tillegg har den en modul for utslippsreduksjoner ved overgang fra referanseteknologi til elbusser.

Resultatene viser hva kostnaden per rutekilometer blir dersom investeringer i elbusser blir foretatt. For hvert år i analyseperioden beregnes en kostnad i kroner per kilometer over levetiden til investeringen. I et gitt år ligger investeringskostnadene og rutetilbudet i dette året til grunn for beregningene. Dette innebærer eksempelvis at i år 2020 investeres i det antall busser og den infrastrukturen som er nødvendig for å dekke ruteproduksjonen i dette året. Drivstofforbruk og andre operasjonelle kostnader beregnes basert på ruteproduksjonen i 2020, men tar høyde for kostnadsutviklingen over tid. Videre er det tatt høyde for ett batteribytte i løpet av levetiden.

Overordnet gjelder følgende retningslinjer for linjers egnethet, og de linjene vi prioriterer å vise frem:

1. Bysentrumslinjer prioriteres.
2. Hurtiglading på endestopp (pantograf) er ikke egnet på linjer over 25 kilometer med dagens batterier.
3. Depotlading er ikke egnet på linjer som har behov for batterier større enn 330-350 kWh.

Begrensningene over er basert på dagens tilbud av elbusser. Det kan imidlertid komme elbusser på markedet med større batterier og rekkevidde i fremtiden. Ved en stor økning i batterikapasiteten bør også energitettheten til batteriene øke, slik at batteriene ikke blir så store at det går ut over passasjerkapasiteten i bussene. Det er også mulig at eventuelle nye batterier med større energitetthet også vil ha en annen kostnad enn det vi har lagt til grunn. Vi ser det derfor som naturlig å ta utgangspunkt i dagens øvre grense for batterikapasitet når vi oppgir hvor egnet elbusser og de to aktuelle teknologiene for elektrifisering er. Ved store endringer i våre tekniske forutsetninger, vil det være behov for å beregne kostnader og egnethet på nytt.

Gitt de ovenstående retningslinjene gjør vi følgende observasjoner:

1. Hurtiglading er best egnet på linjer der bussene kjører over 200 kilometer per dag.
2. Depotlading er best egnet på linjer med daglig ruteproduksjon mellom 90 og 180 kilometer per buss.

Økende erfaring med elbusser vil også gi et bedre erfaringsgrunnlag på hvor stor sikkerhetsmargin man må ha i batterikapasitet. Dersom både bussene og infrastrukturen har så stor oppetid og

robusthet at man ikke trenger å ta høyde for at bussen skal kunne stå over en lading (pantograf), vil lengre linjer kunne egne seg for elektrifisering enn det vi har oppgitt.

Tabell 4.1 gir en oversikt over karakteristikkene ved de enkelte busslinjene som kan være aktuelle for elektrifisering i Kristiansand i 2017. Tabellen inneholder blant annet opplysninger om hvilken batteristørrelse som er nødvendig for å dekke daglig ruteproduksjon per buss med depotlading (hverdager) og batteristørrelse for hurtiglading på endeholdeplass basert på gjennomsnittlig kjørelengde per avgang. Batteristørrelsene er dimensjonert på grunnlag av vår sikkerhetsmargin og kostnadsutvikling.

For hver linje har vi vurdert om den egner seg teknisk for elektrifisering med våre forutsetninger, og i så fall hvilken teknologi som er mulig ut ifra både et teknisk og økonomisk ståsted. For noen av linjene er det teknisk mulig å elektrifisere, men ingen av teknologiene blir økonomisk konkurransedyktig innen 2030. For disse har vi oppgitt at linjen er *økonomisk uegnet*.

Det er flere forhold som ikke er inkludert i analysen, og som kan påvirke både teknisk og økonomisk egnethet av elektrifisering. Topografi har, som nevnt i avsnitt 2.1, noe betydning for energiforbruket, og er ikke inkludert i våre tall for energibruk per kilometer. Det viktigste forbeholdet er imidlertid at bruk av busser trolig kan optimaliseres gjennom smartere ruteplaner og ved å se materiellinnsatsen helhetlig på tvers av busslinjene. Vi har lagt til grunn at bussene er dedikert til én linje og at ruteproduksjonen per linje fordeles likt på alle bussene på linjen. Vi har således ikke tatt hensyn til ulik vogndisponering i og utenfor rushtid. Både innenfor en bestemt linje og på tvers av linjer kan bruken av busser optimaliseres for at elektrifisering kan gjøres til en lavere kostnad. Delvis elektrifisering kan også redusere kostnadene sammenlignet med våre tall.

For hurtiglading har vi etablert ladeinfrastruktur på hver linje separat, slik at elektrifisering på hver enkelt linje kan gjøres uavhengig av hverandre. For svært korte linjer har vi imidlertid lagt opp til at bussene lader kun på det ene endestopet. Dersom flere linjer kan benytte samme pantograf (uten risiko for kø og ventetid på lading), vil dette redusere kostnadene til ladeinfrastruktur på de aktuelle linjene. Særlig på linjer med få elbusser har dette betydning.

De ovenstående betraktningene kan redusere kostnadene ved elektrifisering av bybussene i Agder. Den største risikoen for høyere kostnader ved elektrifisering enn i våre beregninger vil være om lønnskostnadene øker som følge av at reguleringsstid på endeholdeplass må økes for at bussene skal lade tilstrekkelig. Ettersom vi har lagt inn en sikkerhetsmargin på batteristørrelse som gjør at bussene kan stå over én lading, reduseres denne risikoen noe. Risikoen kan også reduseres ved å øke hastigheten på lading på endestopet, men dette vil øke kostnadene til infrastruktur og lading.

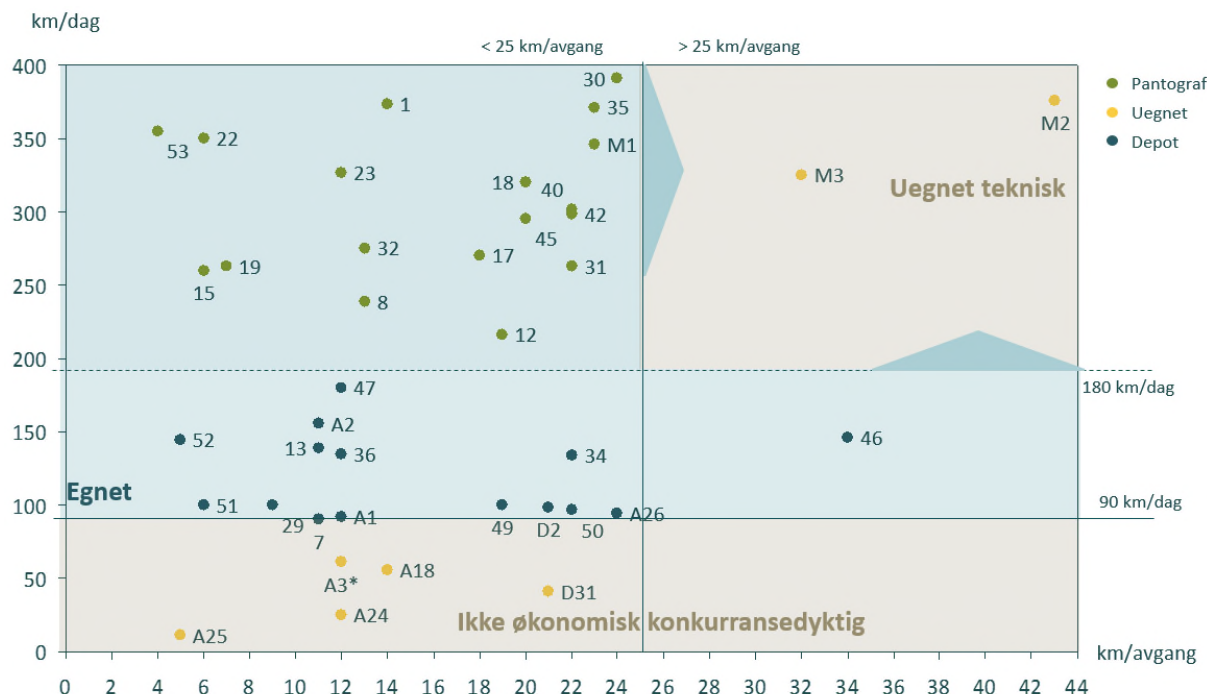
Beregningsresultatene som er gjengitt på de neste sidene, gir et godt grunnlag for å sammenligne kostnader og muligheter for elektrifisering på tvers av linjer i Kristiansand og Arendal, siden forutsetningene er de samme for alle linjene. Det bør imidlertid foretas mer detaljerte analyser og vurderinger av muligheter for optimalisering av linjestruktur og vogndisponering før endelig beslutning om elektrifisering og teknologivalg foretas.

Tabell 4.1: Oversikt over karakteristika for busslinjene i Kristiansand, samt deres egnethet for elektrifisering.

Linje	Km/dag	Busser ⁶	Km/avgang	Km/buss (hverdag)	kWh pantograf	kWh depot	Egnet teknologi
M1	1 729	5 (5/4)	23	346	90	700	Pantograf
M2	2 258	6 (5/6)	43	376	170	750	Uegnet
M3	1 951	6 (6/6)	32	325	130	650	Uegnet
01	747	2 (2/2)	14	373	70	750	Pantograf
12	1 080	5 (5/4)	19	216	80	450	Pantograf
13	137	1 (1/1)	11	137	70	300	Depot
15	779	3 (3/3)	6	260	70	550	Pantograf
17	810	3 (3/2)	18	270	75	550	Pantograf
18	1 282	4 (4/4)	20	320	80	650	Pantograf
19	525	2 (2/2)	7	263	70	550	Pantograf
22	349	1 (1/1)	6	349	70	700	Pantograf
23	980	3 (3/3)	12	327	90	650	Pantograf
30	1 173	3 (3/3)	24	391	100	800	Pantograf
31	1 054	4 (4/3)	22	263	90	550	Pantograf
32	550	2 (2/2)	13	275	70	550	Pantograf
35	742	2 (2/2)	23	371	90	750	Pantograf
36	269	2 (2/1)	12	135	70	300	Depot
40	1 208	4 (4/3)	21	302	90	600	Pantograf
42	596	2 (2/2)	22	298	90	600	Pantograf
45	886	3 (3/2)	20	295	80	600	Pantograf
46	438	3 (3/3)	34	146	150	300	Depot
50	290	3 (3/2)	22	97	90	200	Depot
D2	294	3 (3/3)	21	98	90	200	Depot
D31	41	1 (1/-)	21	41	90	100	Øk. uegnet
51	201	2 (2/1)	6	100	70	200	Depot
07	90	1 (1/1)	11	90	70	200	Depot
08	239	1 (1/1)	13	239	70	500	Pantograf
52	144	1 (1/1)	4	144	70	300	Depot
53	355	1 (1/1)	4	355	70	700	Pantograf
29	100	1 (1/1)	9	100	70	200	Depot
34	134	1 (1/1)	22	134	90	300	Depot
47	360	2 (2/2)	12	180	70	350	Depot
49	101	1 (1/1)	19	101	80	200	Depot
A1	183	2 (2/1)	12	92	80	200	Depot
A2	156	1 (1/1)	11	156	70	300	Depot
A3	122	2 (2/1)	12	61	70	200	Øk. uegnet
A18	56	1 (1/1)	14	56	70	200	Øk. uegnet
A24	25	1 (1/-)	12	25	70	100	Øk. uegnet
A25	10	1 (1/1)	5	10	70	100	Øk. uegnet
A26	94	1 (1/1)	24	94	70	200	Depot

⁶ Tallene i parentes markerer antall busser henholdsvis i rush (kl. 7-9 og 15-17) og utenom rush

Informasjonen i Tabell 4.1 er fremstilt grafisk i Figur 4.1. Denne figuren illustrerer sammenhengen mellom retningslinjene for rekkevidde (kilometer per avgang) og ruteproduksjon (kilometer per dag) for elektrifisering ved henholdsvis pantograf og depotlading.



Figur 4.1: Oversikt over busslinjene i Kristiansand og deres egnethet for elektrifisering via pantograf og depotlading (2017).

De blå feltene i Figur 4.1 viser linjer som egner seg for elektrifisering enten ved depotlading eller pantograf. Linjene i de grå feltene i figuren er uegnet for elektrifisering, enten fordi de ikke blir økonomisk konkurransedyktige sammenlignet med referansealternativet i perioden frem til 2030 på grunn av for lav daglig ruteproduksjon per buss, eller fordi rekkevidden på bussene ikke er tilstrekkelig.

Av figuren fremgår det at for busslinjer som i Tabell 4.1 er vurdert som uegnet, så er to av busslinjene (M2 og M3) teknisk uegnet, mens øvrige busslinjer som er uegnet skyldes at de ikke er konkurransedyktige økonomisk.

En tredje variabel som ikke visualiseres i Figur 4.1, er total daglig ruteproduksjon. Vi har observert at det spesielt for pantograf er økonomisk mest gunstig med elektrifisering på linjer med høy total daglig ruteproduksjon.

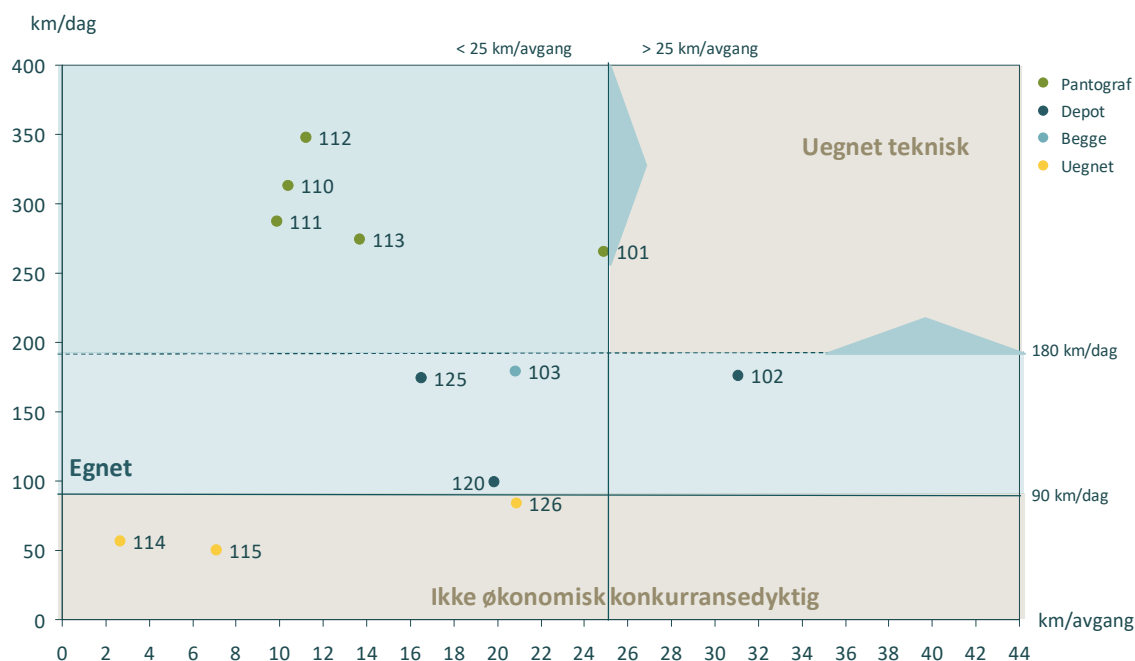
Tabell 4.2 og Figur 4.2 viser tilsvarende hvilke linjer som er egnet for elektrifisering via depot og pantograf i Arendal. Her er referansealternativet dieselbusser. Disse har lavere totalkostnader enn referansealternativet i Kristiansand. Det skal derfor mer til før elbusser blir økonomisk konkurransedyktig i Arendal enn i Kristiansand. Det er i midlertid liten forskjell i resultatene for de utvalgte linjene i Figur 4.2, uavhengig av om referansen er dieselbusser eller hybridbusser på B100 (som i Kristiansand).

En mer detaljert fremstilling for alle linjene fins i vedlegg 8.

Resultatene både for Kristiansand og Arendal støtter godt oppunder retningslinjene for bybusslinjers egnethet som er listet opp i begynnelsen av dette avsnittet.

Tabell 4.2: Oversikt over karakteristika for busslinjene i Arendal, samt deres egnethet for elektrifisering.

Linje	Km/dag	Busser ⁶	Km/avgang	Km/buss (hverdag)	kWh pantograf	kWh depot	Egnet teknologi
101	2 651	10 (10/7)	25	265	100	550	Pantograf
102	1 056	6 (6/4)	31	176	130	350	Depot
103	897	5 (5/3)	21	179	90	350	Begge
110	313	1 (1/1)	10	313	70	650	Pantograf
111	287	1 (1/1)	10	287	70	600	Pantograf
112	347	1 (1/1)	11	347	70	700	Pantograf
113	274	1 (1/1)	14	274	90	550	Pantograf
114	57	1 (1/1)	3	57	70	200	Øk. uegnet
115	50	1 (1/1)	7	50	70	100	Øk. uegnet
120	99	1 (1/1)	20	99	80	200	Depot
125	521	3 (3/2)	17	174	70	330	Depot
126	167	2 (1/2)	21	84	90	170	Øk. uegnet



Figur 4.2: Oversikt over linjene i Arendal og deres egnethet for elektrifisering via pantograf og depotlading (2017).

4.2 Oversikt over mulighetene for elektrifisering av bybusslinjer

I det følgende presenteres eksempler på busslinjer som både teknisk og økonomisk vil egne seg godt til henholdsvis depotlading og hurtiglading med pantograf, linjer som egner seg godt til begge teknologiene, og linjer som ikke egner seg for elektrifisering basert på nåværende linjestruktur/bussdrift i Kristiansand og Arendal.

Merk at det er noe ulik størrelse på kostnadsaksen mellom de ulike rutene. Det skyldes forskjeller i kostnadsnivået på de ulike linjene.

4.2.1 Hurtiglading er egnet på korte/medium lange linjer med høy ruteproduksjon

Elektrifisering via pantografer er egnet på flere av linjene i Kristiansand, spesielt de med høy daglig ruteproduksjon, både per buss og totalt. Vi har satt en øvre begrensning på 25 kilometer per avgang dersom pantograf skal være et alternativ, men dette er en teknisk begrensning som kan forbedres med teknologiutvikling.

Et av de viktigste kriteriene for at elektrifisering via pantograf skal være egnet er høy daglig ruteproduksjon pr buss. Videre er det gunstig med høy total daglig ruteproduksjon på linjen fordi den da har flere kilometer å fordele kostnaden til pantograf på. Begge disse kriteriene er godt dekket av linjene M1, 23 og 12, hvilket fører til at elektrifisering via pantograf tidlig blir det beste alternativet.

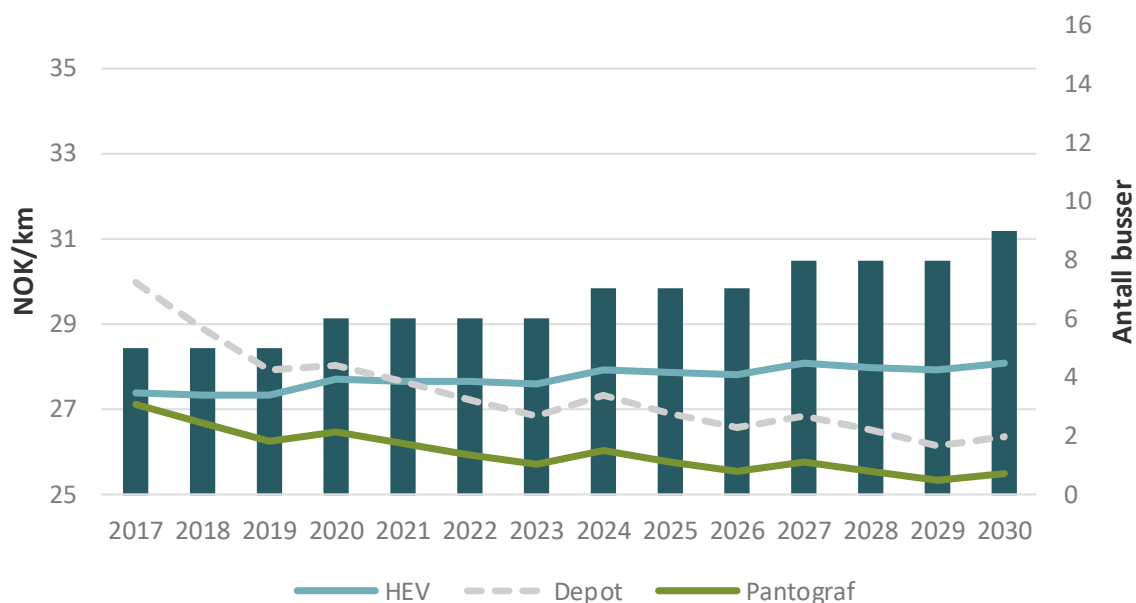
I analysen har vi lagt til grunn et behov for to pantografer på hver av disse linjene (en i hver ende) og depotladere til nattlading (en per buss). I figurene som illustrerer kostnaden for de ulike teknologiene, har vi tatt med depotlading selv når dette ikke er teknisk mulig med dagens batteristørrelse, siden større batterier kan bli tilgjengelig i bussene i fremtiden. Kostnadsutviklingen for depotlading er i disse tilfellene vist med en stiplet linje. Antall busser som betjener linjen, er vist som stolper.

Linje M1: Flekkerøy-Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA

Tabell 4.3 oppsummerer karakteristika ved elektrifisering av linje M1, mens Figur 4.3 viser kostnadsutviklingen for denne busslinjen.

Tabell 4.3: Karakteristika ved busslinje M1 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje M1	
Lengde per avgang: Ca. 23 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: 1729 kilometer	
Batteristørrelse: 90 kWh	
Antall pantografer: 2	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2018.	



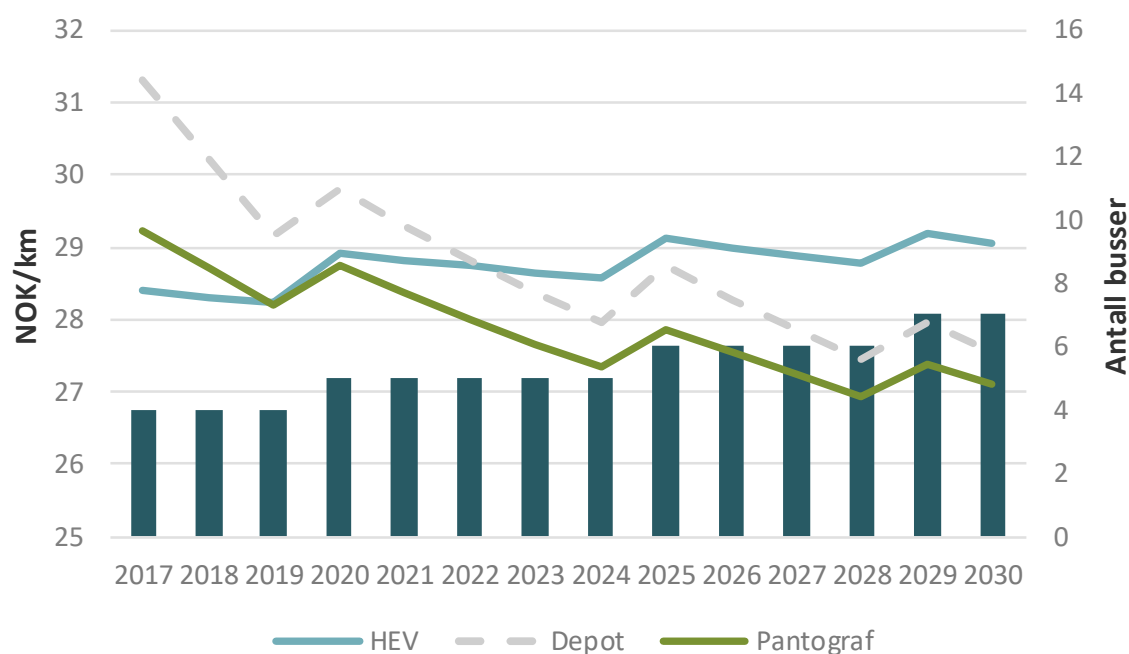
Figur 4.3: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje M1: Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

Linje 23: Kvadraturen-UiA-Justvik

Tabell 4.4 oppsummerer karakteristika ved elektrifisering av linje 23 fra Kvadraturen til Justvik via Universitetet i Agder, mens Figur 4.4 viser kostnadsutviklingen for denne busslinjen.

Tabell 4.4: Karakteristika ved busslinje 23 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje 23	
Lengde per avgang: Ca. 12 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: 980 kilometer	
Batteristørrelse: 90 kWh	
Antall pantografer: 1 (dvs. pantograf kun på den ene endeholdeplassen)	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2019.	



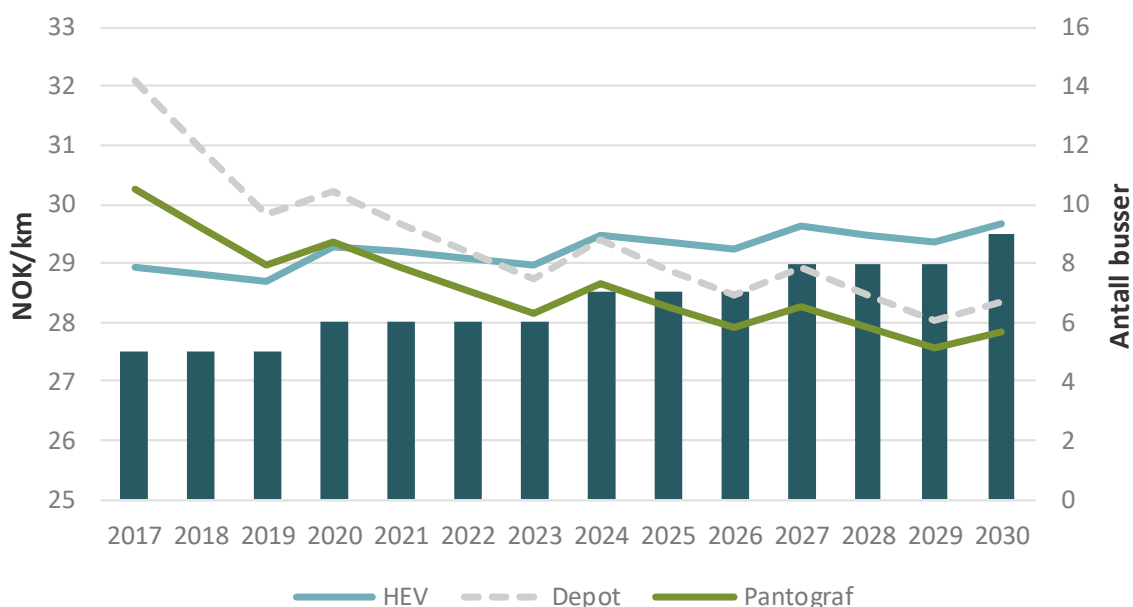
Figur 4.4: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 23: Kvadraturen-UiA-Justvik, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

Linje 12: Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby

Linje 12 skiller seg på flere områder fra linje 23, men egner seg også godt til elektrifisering via pantograf som vist i Figur 4.5. Linjen er blant de lengste linjene som kan elektrifiseres via pantograf. Tabell 4.5 inneholder nøkkelopplysninger for linje 12.

Tabell 4.5: Karakteristika ved busslinje 12 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje 12	
Lengde per avgang: Ca. 19 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: 1080 kilometer	
Batteristørrelse: 80 KWh	
Antall pantografer: 2	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2020.	



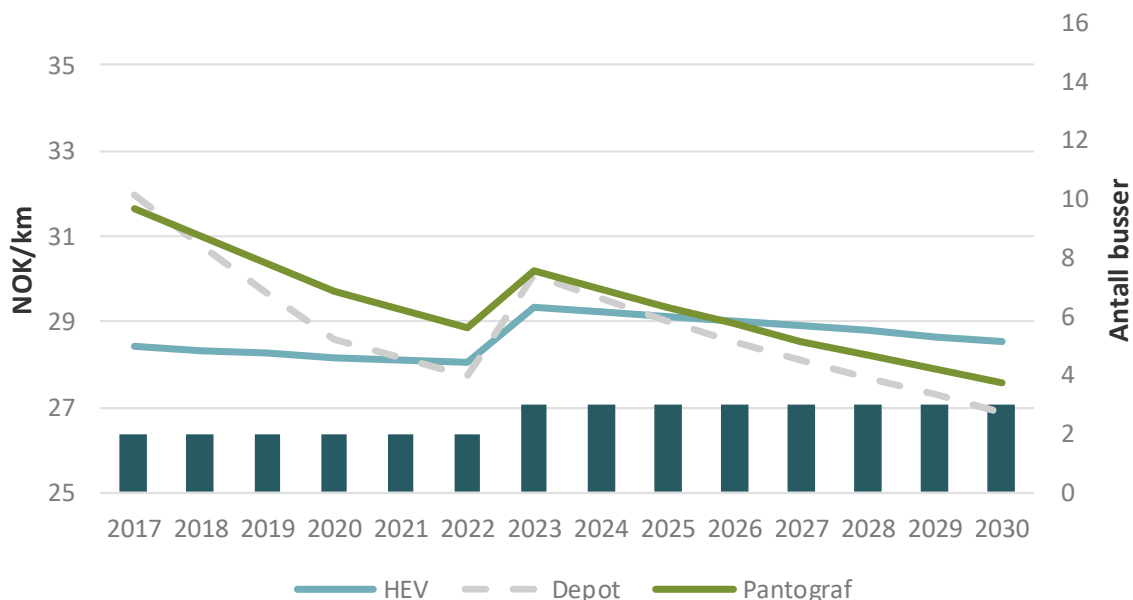
Figur 4.5: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 12: Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby, sammen med buss-behovet i investeringsåret.

Linje 32: Kvadraturen-Høietun/Vennesla

På en linje med få busser og dermed lav total daglig ruteproduksjon vil det ta lengre tid før elektrifisering via pantograf blir billigere enn referansealternativet. Et eksempel på en slik busslinje er linje 32.

Tabell 4.6: Karakteristika ved busslinje 32 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje 32
Lengde per avgang: Ca. 13 kilometer
Total ruteproduksjon på hverdager: 550 kilometer
Batteristørrelse: 70 kWh
Antall pantografer: 2
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2026.



Figur 4.6: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 32: Kvadraturen-Høietun, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

Linjene M1, 23, 12 og 32 er uegnet for depotlading på grunn av begrensninger i rekkevidde i dagens elbusser. For linjene M1, 23 og 12 vil det uansett ikke være den rimeligste måten å elektrifisere linjene på. Dersom det kommer elbusser på markedet med batterier som er betydelig større enn dagens, kan derimot linje 32 elektrifiseres til en lavere kostnad med depotlading og ikke pantografer.

4.2.2 Elektrifisering via depotlading er egnet

Når vi har sett på elektrifisering av de enkelte linjene med depotlading, har vi forutsatt dagens kollektivtilbud og vurderinger om antall busser som tjener hver enkelt linje. Vi har videre antatt at den daglige ruteproduksjonen er fordelt likt mellom bussene på linjen, og at bussene kun lader om natten på depotet. Disse forutsetningene gir rom for optimalisering som kan gjøre elektrifisering mer gunstig enn det som kommer frem i våre vurderinger. Vi har også vist kostnaden med elektrifisering via pantograf som en stiplet linje. Pantograf er enten teknisk uegnet eller for kostbart på disse linjene.

Med de nevnte antagelsene vil det på flere av linjene ikke være gjennomførbart med depotlading. På de linjene vi har vurdert vil det være et behov for batterier på mellom 100 kWh og 800 kWh for at

bussene skal klare sin del av den daglige ruteproduksjonen. Vi ha lagt til grunn at elbusser er tilgjengelig med batterier opp mot 350 kWh for depotlading.

Det viktigste kriteriet for hvorvidt elektrifisering via depotlading er egnet, blir dermed den daglige ruteproduksjonen per buss. For ruteproduksjon opp mot 180 kilometer/dag vil bussene klare seg med et batteri på 350 kWh, selv på dager der energiforbruket er 50 prosent høyere enn i normal drift. Det er også et viktig moment at det må være en viss mengde ruteproduksjon per buss for at elektrifisering skal være egnet økonomisk. Linjer med daglig ruteproduksjon på under 90 kilometer per buss blir derfor ikke økonomisk konkurransedyktig med dagens alternativ. Basert på disse argumentene er linjene A2 og 46 vist frem som eksempler på linjer som egner seg for elektrifisering via depotlading.

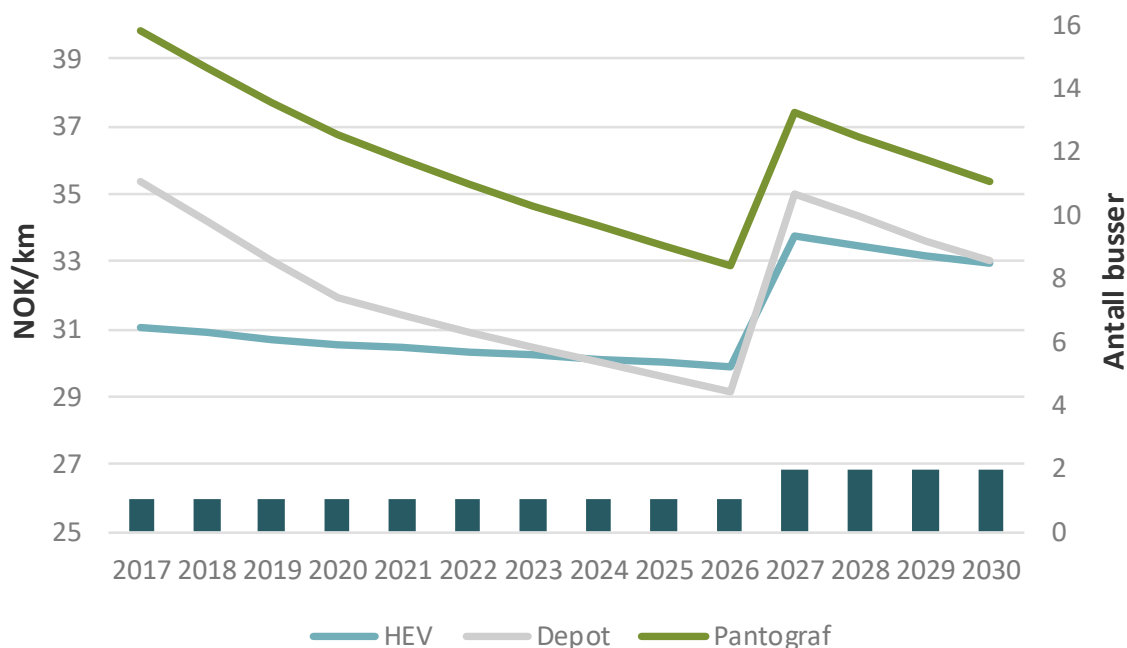
Linje A2: Hånes–Kvadraturen

Figur 4.7 viser kostnadsutviklingen for elektrifisering av linje A2 i perioden frem mot 2030, mens nøkkeltall for denne busslinjen fremgår av Tabell 4.7.

Tabell 4.7: Karakteristika ved busslinje A2 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje A2	
Lengde per avgang: Ca. 11 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: 155 kilometer (2017)	
Batteristørrelse i bussene: 300 kWh	
Antall pantografer: 1 (dvs. pantograf kun på den ene endeholdeplassen)	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2024 (men lønnsomheten reduseres fra 2027).	

Hurtiglading er ikke konkurransedyktig på grunn av det lave antallet busser som må dele på kostnaden til pantografer.



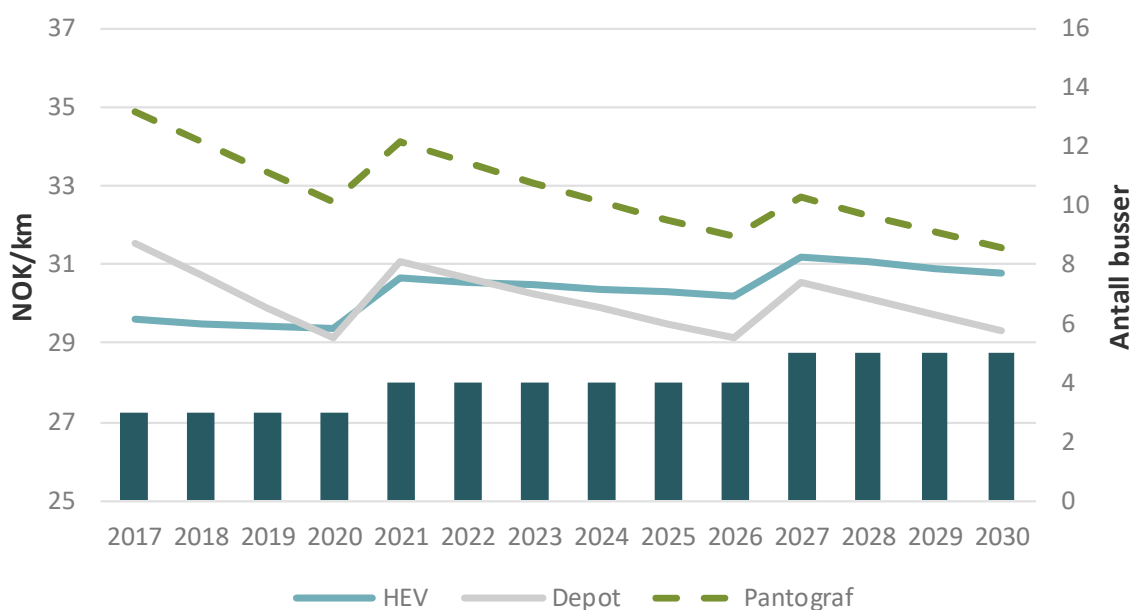
Figur 4.7: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A2: Kvadraturen–UiA–Gimlekollen per oppstartsår for elektrifisering.

Linje 46: Kristiansand-Songdalen (Lauvlandsmoen)

I Figur 4.8 ser vi kostnadsutviklingen for linje 46. Dette busslinjen har en lang trasé, slik det fremgår av Tabell 4.8.

Tabell 4.8: Karakteristika ved busslinje 46 i Kristiansand.

Karakteristika ved elektrifisering av linje 46	
Lengde per avgang: Ca. 34 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: 438 kilometer (2017)	
Batteristørrelse i bussene: 300 kWh	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2022.	



Figur 4.8: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 46: Kristiansand-Songdalen per oppstartsår for elektrifisering.

Denne busslinjen er for lang til elektrifisering via pantografer med de sikkerhetsmarginene vi har lagt til grunn for rekkevidde og dagens batteristørrelse i slike busser. Det er også et mer kostbart alternativ.

Dersom det i årene fremover blir aktuelt med større kapasitet for batterier til depotbusser, er det flere linjer som vil bli mer lønnsomme for depotlading. Som nevnt vil linje 32 (Figur 4.5) være like godt tjent med en depotbasert løsning, dersom batterier opp mot 550 kWh blir tilgjengelig.

Med dagens forutsetninger vil også flere linjer kunne vurderes for depotlading dersom man øker antall busser som betjener linjen, slik at ruteproduksjonen reduseres per buss. På denne måten vil den daglige ruteproduksjonen per buss komme på et nivå som et batteri på 350 kWh klarer å håndtere. Det er imidlertid ikke gitt at dette vil være mer kostnadseffektivt enn referansealternativet og elektrifisering via pantograf. Flere linjer kan også vurderes dersom man undersøger løsninger hvor enkelte busser kun betjener rush, løsninger med halvdagskjøring og lignende.

4.2.3 Begge teknologier er egnet

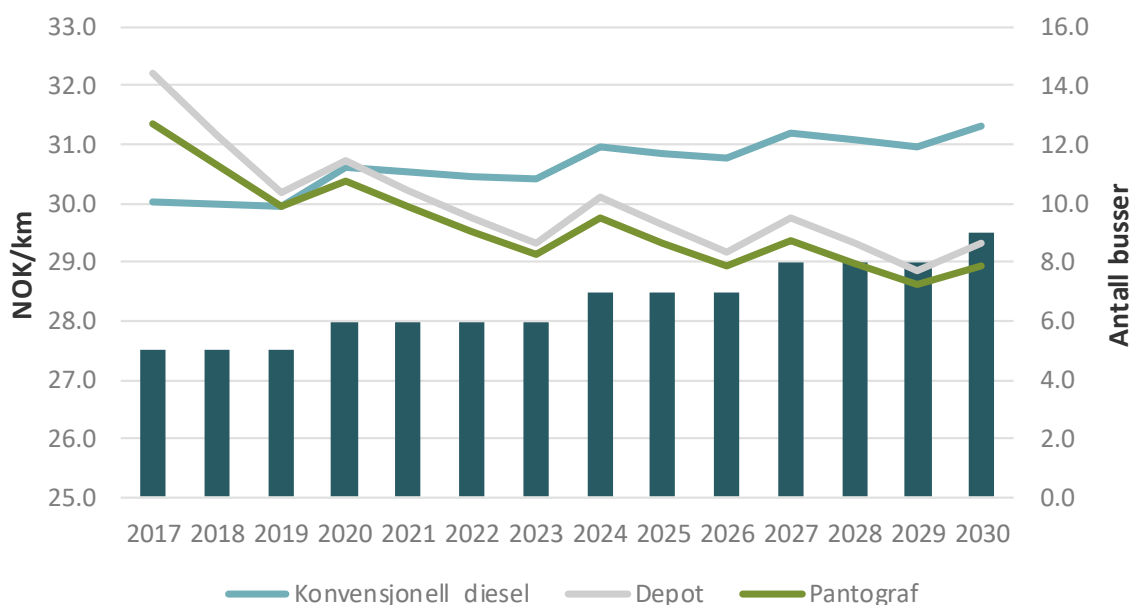
For enkelte av linjene er det vanskelig å vurdere entydig om den ene teknologien er klart mer gunstig enn den andre. Slike linjer har en ruteproduksjon som ligger tett opp til det som er teknisk mulig for begge teknologiene.

Linje 103: Hisøy-Arendal-Tromøy Øst

Figur 4.9 viser kostnadsutviklingen for elektrifisering av linje 103 i perioden frem mot 2030, mens nøkkeltall for denne busslinjen fremgår av Tabell 4.9.

Tabell 4.9: Karakteristika ved busslinje 103 i Arendal.

Karakteristika ved elektrifisering av linje 103	
Lengde per avgang: Ca. 6 kilometer	
Total ruteproduksjon på hverdager: xx kilometer (2017)	
Batteristørrelse i bussene (depot): 350 kWh	
Batteristørrelse i bussene (pantograf): 90 kWh	
Antall pantografer: 2	
Økonomisk konkurransedyktig mot referansealternativet (kr/km) i år 2020.	



Figur 4.9: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 103: Hisøy-Arendal-Tromøy Øst per oppstartsår for elektrifisering.

4.2.4 Linjer som ikke er egnet for elektrifisering

Linjer som både har linjelengde på over 25 kilometer og daglig ruteproduksjon per buss på over 180 kilometer, er med dagens teknologi og antatt teknologiutvikling vurdert som teknisk uegnet for elektrifisering. I denne kategorien faller blant annet metrolinjene M2 og M3. Metrolinjene er svært lange, kjører kontinuerlig uten reguleringstid, og er slik de opererer i dag ikke egnet for elektrifisering. Det understrekes at med et økt antall pantografer langs rutetraseen kan lengre linjer også elektrifiseres via pantograf. Dette vil imidlertid kreve omlegging av linjene og endring av reguleringstider (noe som også kan påvirke kostnadene).

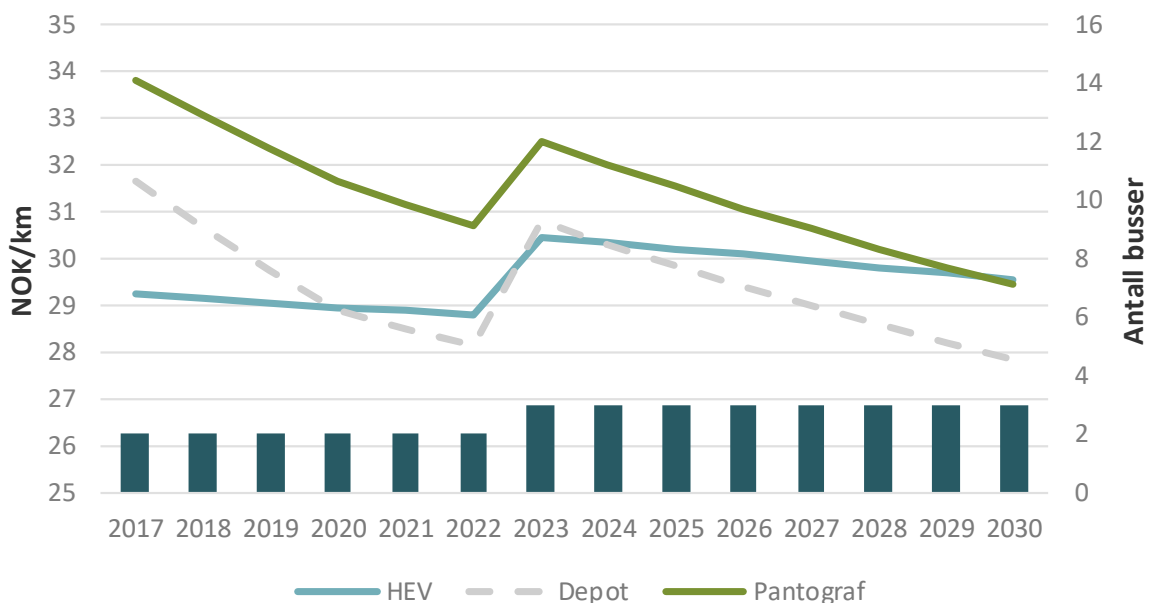
Enkelte av linjene kan elektrifiseres innenfor de tekniske restriksjonene, men viser seg å være økonomisk uegnet. Dette er spesielt de linjene som har en daglig ruteproduksjon på under 90 kilometer per buss, og hvor det er få busser som betjener linjen. Mot 2030 er disse linjene for dyre å elektrifisere sammenliknet med referansealternativet.

4.2.5 Sensitivitetsberegninger – for å skape mer robuste resultater

Flere av de sentrale forutsetningene for analysen er antagelser om fremtidige kostnader. Det er mye usikkerhet knyttet til kostnadsutvikling, spesielt for batteriteknologi og energikostnader. Videre er det mulig at elektriske busser i likhet med skinnegående transport vil få fritak fra elavgiften. For å vise hvor stor betydning disse parameterne kan ha for vurderingen av de ulike elektrifiseringsalternativene opp mot referansen, har vi gjennomført sensitivitetsberegninger for:

1. Batterikostnad
2. Infrastruktur
3. Anleggsbidrag for pantograf
4. Med/uten elavgift
5. Energifkostnader og nettleie høy/lav
6. Avskrivningstid på pantografene

For å se på sensitiviteten til elektrifisering via depotlading og pantograf, har vi valgt å vise frem linje 47. Denne linjen kan egne seg for depotlading dersom det blir tilgjengelig batteristørrelser på opptil 350 kWh. Ved bruk av pantograf på endestopp, har vi lagt til grunn to pantografer. Det er allikevel nesten mulig å klare seg med pantograf kun på det ene endestoppestedet. Kostnadsutviklingen for de to alternative løsningene er vist i Figur 4.10.



Figur 4.10: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 47: Tangvall-Torve-Lunde-Vedderheia-Ausviga (Søgne), sammen med bussbehovet i investeringsåret.

Tabell 4.10 viser differansen mellom referansealternativet (Hybrid med B100) og elektrifisering via depotlading og pantograf for linje 47 i 2020 og 2030.

Tabell 4.10: Differanser mellom referansealternativ og elektrifiseringsalternativene for linje 47 i Kristiansand for ulike sensitiviteter for årene 2020 og 2030 (NOK/kWh). Negative fortegn indikerer høyere kostnader for elektrifiseringsalternativene enn referansealternativet.

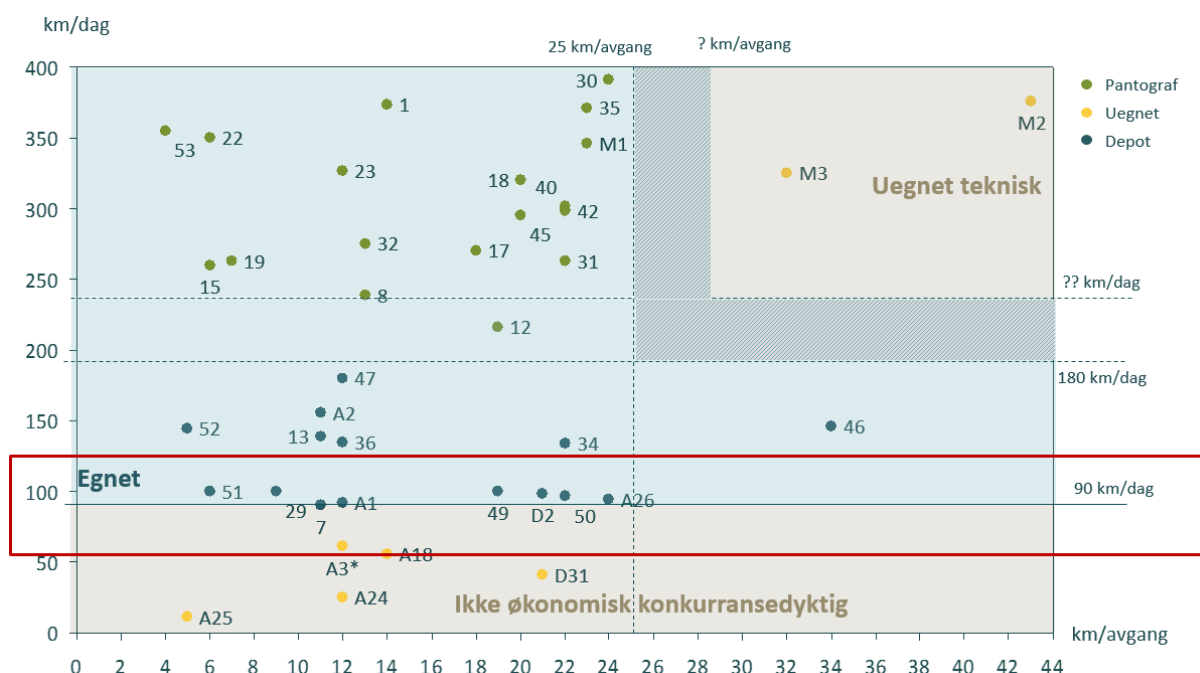
		Depot	Pantograf	Depot	Pantograf
		2020		2030	
Base case		0,2 %	-9,3 %	5,8 %	0,3 %
Batterikostnad – generelt	+ 20%	-1 %	-10 %	5 %	0 %
Batterikostnad – generelt	- 20%	2 %	-9 %	7 %	1 %
Batterikostnad – kun pantograf	+ 20%	-1 %	-9 %	5 %	0 %
Batterikostnad – kun pantograf	- 20%	2 %	-9 %	7 %	0 %
Anleggsbidrag pantograf	1 500 000	0 %	-12 %	6 %	-1 %
Anleggsbidrag pantograf	375 000	0 %	-8 %	6 %	1 %
Kraftpris + nettleie	+ 20%	-0 %	-10 %	5 %	-0 %
Kraftpris + nettleie	- 20%	1 %	-9 %	6 %	1 %
Elavgift	Uten	1 %	-9 %	6 %	1 %
Diesel/B100	+ 20%	2 %	-7 %	8 %	3 %
Diesel/B100	- 20%	-2 %	-12 %	3 %	-2 %
Batteribytte	2	-2 %	-10 %	5 %	-0 %
Batteribytte	0	2 %	-9 %	7 %	1 %
Avskrivningstid pantograf	15 år	-0 %	-12 %	6 %	-1 %

I 2020 er hybridbusser med B100 det rimeligste alternativet både i «base case» (med våre gjennomsnittsbetraktninger) og ved alle sensitivitetene, der depotlading og pantograflading er henholdsvis 3 og 5 prosent mer kostbart per kilometer enn referansealternativet (negative verdier er høyere kostnader). I 2030 er det på den annen side alltid mer kostnadseffektivt med elektrifisering av linje 47 for begge teknologiene.

Videre observerer vi relativt små utslag på de fleste sensitivitetene sammenlignet med «base case». Sensitiviteten til endringer i kraftpris, nettleie og elavgift viser svært små utslag. De små utslagene er i tråd med at energikostnadene utgjør en veldig liten del av de totale kostnadene for elektrifiserte linjer. Endring i kostnad for drivstoff (B100) gir relativt store utslag, da energikostnaden er mer fremtredende for referansealternativet. Høy kostnad til etablering av pantograf, enten ved et høyt anleggsbidrag eller ved fem års lavere avskrivningstid enn i «base case», har størst betydning for lønnsomheten (3-5 prosentpoeng).

Resultatene tyder jevnt over på at det vil lønne seg med elektrifisering via depotlading for linje 47 for alle endringer i parameterne som er inkludert i tabellen innen 2030, mens lønnsomheten for pantografløsningen vil avhenge av kostnadsutviklingen. Hvilket år det vil lønne seg å elektrifisere denne linjen, vil imidlertid forskyve seg utover i tid når kostnadene ved elektrifisering øker. Ved lavere kostnader ved elektrifisering enn det vi har oppgitt, eller høyere kostnad for referansealternativet, vil elektrifisering bli konkurransedyktig på et tidligere tidspunkt enn i vårt «base case».

Endringer på de viktigste parameterne som har betydning for om elektrifisering blir økonomisk konkurransedyktig sammenlignet med referansealternativet, har størst betydning for de linjene som er på grensen til å være eller bli økonomisk konkurransedyktig. Det gjelder i hovedsak linjene som er markert i Figur 4.11.



Figur 4.11 : Sensitivitetseffekter ved endring av rekkeviddekrav for Kristiansand.

Det er også en teknisk usikkerhet knyttet til elektrifisering. Det gjelder i hovedsak hvor store batterier som vil bli tilgjengelig i bussene. Dersom batterikapasiteten dobles i løpet av perioden for begge teknologiene, vil valgfriheten i hvilken teknologi som egner seg øke. Dersom dette skjer, kan elektrifisering også bli rimeligere fordi teknologien som er billigst per linje kan velges, nesten uten tekniske begrensninger. Men dersom dette skjer, vil også energitettheten øke, noe som kan endre kostnadsutviklingen sammenlignet med det som er lagt til grunn i denne analysen.

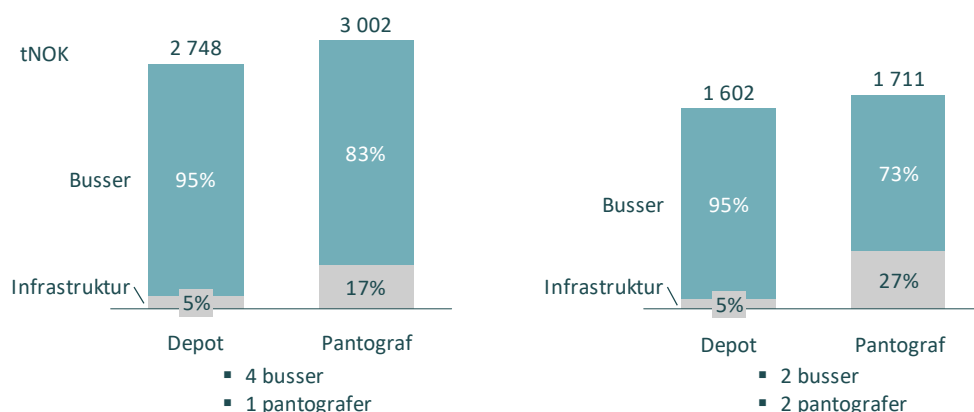
Samlet sett indikerer sensitivitetsvurderingene at det er størst usikkerhet i kostnadsutviklingen knyttet til utvikling i *batterikostnad* (både for depot- og hurtiglading), *ladeinfrastruktur* (for hurtiglading) – og *referansealternativene* (usikkerheten vurderes som større for biodrivstoff enn for ordinær diesel).

4.3 Noen kostnadssammenligninger

4.3.1 Betydningen av antall busser per pantograf

Figur 4.12 viser årlige kapitalkostnader for to eksempler på busslinjer som elektrifiseres med henholdsvis depotlading og hurtiglading. Kapitalkostnadene består av bussmateriell og tilhørende ladeinfrastruktur for de elektriske bussene. For busser basert på depotlading utgjør ladeinfrastrukturen en liten del av kapitalkostnadene. For busser basert på pantograflading utgjør ladeinfrastrukturen en høyere andel av andel av kapitalkostnadene, men andelen avhenger av kapasitetsutnyttelsen på pantografene. Høy kapasitetsutnyttelse på pantografene oppnås på linjer med mange busser og relativt kort avstand mellom endestoppene. På ruter med færre busser og lange avstander mellom endestoppene (som gjør det nødvendig med flere pantografer) blir utnyttelsen lav. Lav kapasitetsutnyttelse fører til at ladeinfrastrukturen utgjør en høyere andel av kapitalkostnadene.

Et viktig poeng, som ikke er vurdert nærmere i denne rapporten, er utnyttelsen av pantografer på tvers av linjer. Dette vil muliggjøre høyere kapasitetsutnyttelse og dermed lavere totale kostnader. Utnyttelse av pantografer på tvers av linjer krever både at linjene har et felles krysningspunkt og at det er ledig kapasitet på pantografen når bussene skal lade.



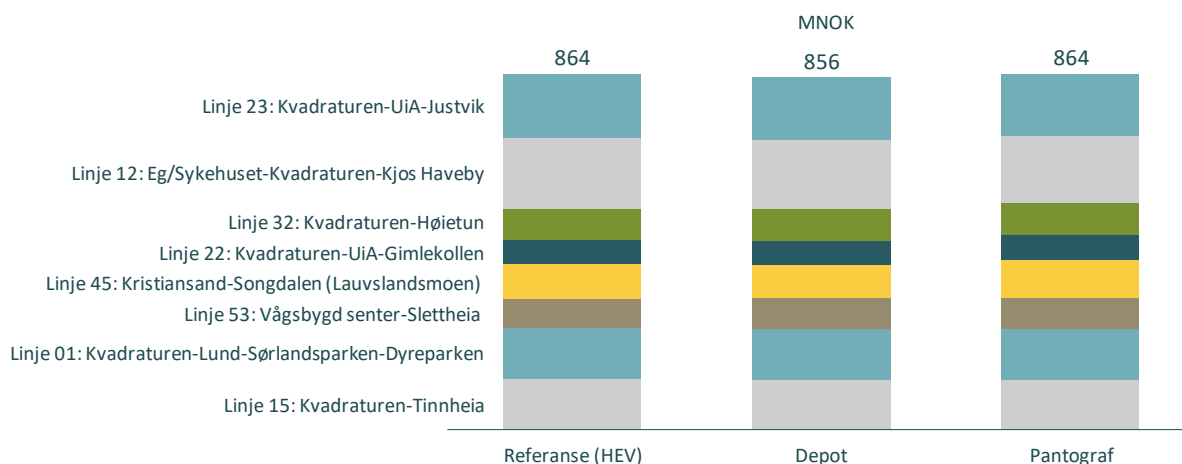
Figur 4.12: Betydningen av antall busser per pantograf (eksempel).

4.3.2 På tvers av linjene kan valg av teknologi ha mindre betydning

Den samlede kostnaden for teknologivalg på tvers av linjer vil være viktig for Agder Kollektivtrafikk AS. Som vist så langt, vil tidspunktet for valg av løsning ha betydning for totalkostnaden. Innen 2025 vil batterikostnaden være vesentlig redusert, og vi ser at elektrifisering blir lønnsomt for mange linjer i løpet av 2020-tallet.

Vi har derfor sett på den samlede kostnaden for et utvalg linjer dersom man gjør valget og investeringene i 2025. Som Figur 4.13 viser, vil de årlige totalkostnadene for linjene 01, 12, 15, 23, 32 og 45 etter 2025 ikke variere svært mye på tvers av teknologiene. Med de linjene som inngår i sammenligningen, vil hybridbusser og elbusser både med depot- og pantograflading ha omtrent samme kostnadsnivå (gitt usikkerheten i tallene). Dette vil det kreve for store batterier til at depotlading er egnet med dagens batteristørrelse. Tallene i figuren er dermed kun relevante dersom større depotbatterier blir tilgjengelig uten at det påvirker kostnaden til elektrifisering.

Det er mulig man kan spare noen kostnader ved å velge billigste løsning per linje, men dette innebærer også at kompleksiteten øker og fleksibiliteten på tvers av linjer reduseres. Det vil være tekniske begrensninger for hva som er mulig på noen linjer, slik at det kan likevel være nødvendig med flere teknologier. Men basert på kostnad, ser det ikke ut til at et overordnet teknologivalg må tas på bakgrunn av ulike kostnadsnivåer mellom teknologiene.



Figur 4.13: Sammenligning av samlede årlige kostnader for ulike teknologier for et utvalg linjer samlet.

5 Vurderinger, konklusjoner og anbefalinger

På bakgrunn av de foregående kapitlene er det i dette kapitlet gitt en oppsummering av resultater med vurderinger, konklusjoner og anbefalinger for det videre arbeidet med elektrifisering av bybussene i Agder. Oppsummeringen gir svar på de sentrale spørsmålsstillingene for denne utredningen, nemlig:

1. Hvilken ladeteknologi for elektriske busser bør Agder satse på?
2. Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?
3. Hvor vil det være fornuftig å etablere hurtiglader?

Vurderingene, konklusjonene og anbefalingene er i første rekke basert på den kvantitative analysen i kapittel 4. Som det fremgår av både dette kapitlet og beskrivelsene av analyseforutsetninger i kapittel 3, er det flere usikkerhetsmomenter involvert. Slike momenter er også omtalt i dette kapitlet.

Kapitlet inneholder dessuten en drøfting av hvilke strategiske implikasjoner resultatene fra denne utredningen vil ha for det videre arbeidet med elektrifisering av bybussene i Agder.

Som tidligere omtalt er denne utredningen ment å være et viktig redskap for det videre arbeidet med elektrifisering av bybussene i Agder. Utredningen skal ikke gi svar på absolutt alle spørsmålsstillinger knyttet til elektrifisering, men representerer et sentralt utgangspunkt for videreføring. Det er derfor også synliggjort eksempler på mulige oppfølgingstemaer av denne utredningen til slutt i kapitlet.

5.1 Hvilken ladeteknologi for elektriske busser bør Agder satse på?

Vår analyse viser at elektrifisering av bybussene i Agder er mulig og kan gi kostnadsbesparelser før 2030 på flere linjer i både Kristiansand og Arendal. For flere av linjene er det imidlertid kun en av teknologiene som egner seg teknisk og/eller økonomisk. Det er dermed ikke et entydig svar på hvilken teknologi som bør benyttes ved en fullelektrifisering av bybussene i Agder.

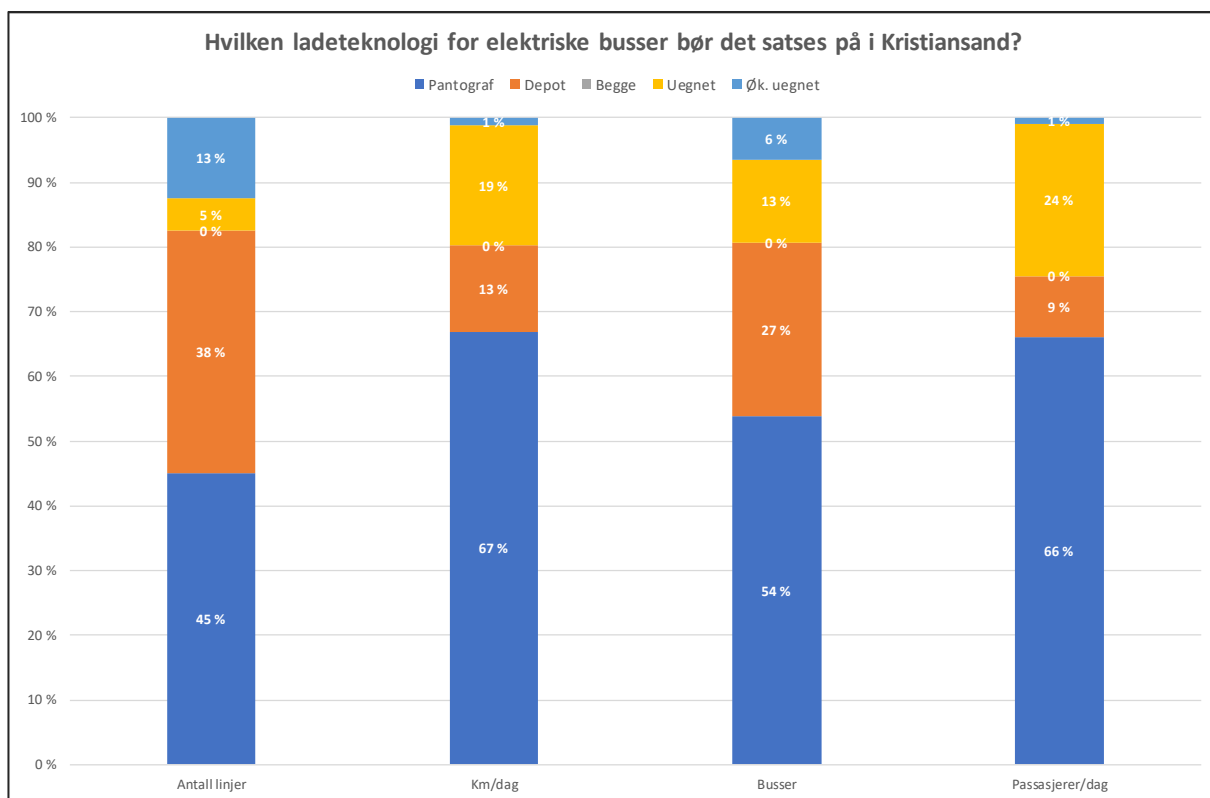
Tabell 5.1 og Tabell 5.2 inneholder en sammenstilling av resultater for henholdsvis Kristiansand og Arendal fra det foregående kapitlet (i hovedsak basert på Tabell 4.1 og Tabell 4.2). Tabellene oppsummerer potensialet for elektrifisering av bybusser i de to Agderbyene på bakgrunn av de forutsetningene som er lagt til grunn for analysen. Noen av hovedresultatene i tabellene er også visualisert i Figur 5.1 (Kristiansand) og Figur 5.2 (Arendal).

Tabell 5.1: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Kristiansand og deres egnethet for elektrifisering.

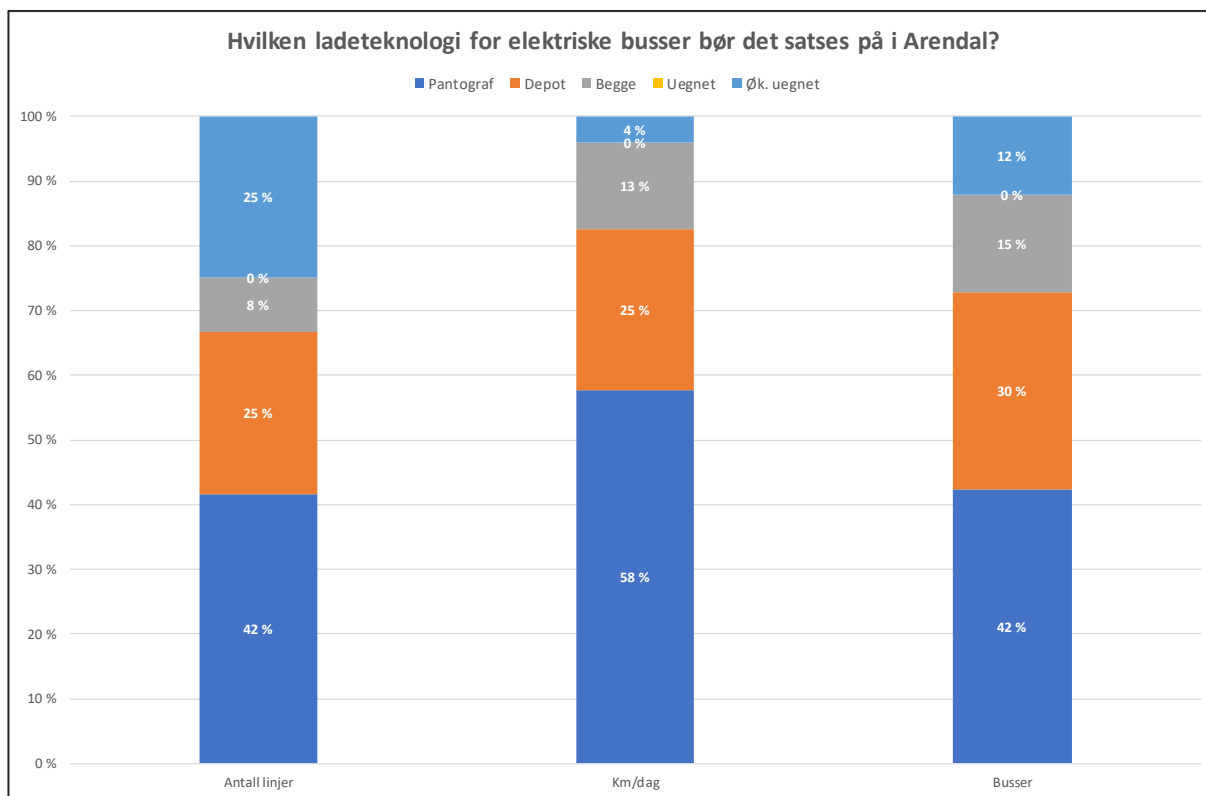
Egnethet	Antall linjer	Km/dag	Busser	Km/avgang	Km/buss (hverdag)	Passasjerer/dag	Passasjerer/avgang
Pantograf	18	15 084	50	14	302	21 910	21
Depot	15	2 991	25	13	120	3 124	13
Begge	0	0	0	-	-	0	
Uegnet	2	4 209	12	37	351	7 836	69
Øk. uegnet	5	255	6	13	42	298	15
Sum	40	22 540	93	16	242	33 168	23

Tabell 5.2: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Arendal og deres egnethet for elektrifisering.

Egnethet	Antall linjer	Km/dag	Busser	Km/avgang	Km/buss (hverdag)
Pantograf	5	3 872	14	18	277
Depot	3	1 677	10	24	168
Begge	1	897	5	21	179
Uegnet	0	0	0	-	-
Øk. uegnet	3	274	4	8	68
Sum	12	6 720	33	18	204



Figur 5.1: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Kristiansand og deres egnethet for elektrifisering.



Figur 5.2: Sammenstilling av karakteristika for busslinjene i Arendal og deres egnethet for elektrifisering.

Resultatene indikerer at valg av teknologiløsning for elektrifisering av bybusslinjer i Agder ikke dreier seg om «enten eller», men «både og». For linjer som er egnet for elektrifisering, er potensialet for depotlading og hurtiglading omtrent like stort målt i antall linjer. Hurtiglading fremstår imidlertid som mer fordelaktig når antall rutekilometer, busser og passasjerer tas i betraktning.

Depotlading fremstår som mest gunstig for busslinjer med relativt kort rutetrasé, få passasjerer og lav ruteproduksjon per buss, mens hurtiglading er fordelaktig på linjer med høy daglig ruteproduksjon og relativt mange passasjerer per avgang.

På bakgrunn av kravene som er stilt til elektrifisering av bybusslinjer, indikerer resultatene blant annet at nesten to av ti busslinjer i Kristiansand ikke egner seg for elektrifisering. Målt i daglig ruteproduksjon er andelen omtrent den samme. Dette skyldes i stor grad at to av de tre metrobusslinjene (M2 og M3) tilhører kategorien som er funnet uegnet for elektrifisering på grunn av tekniske begrensninger (rekkevidde). Dette gjenspeiler at M2 og M3 er ringlinjer som i prinsippet ikke har noe endestopp. Som vist i kapittel 2, representerer nettopp disse linjene en ryggrad innen kollektivtilbudet i Kristiansand.

5.2 Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?

I vurderinger knyttet til om elektriske busser egner seg, hva slags teknologi som bør velges, hvor elbusser bør settes i drift og når elbusser bør fases inn, er det en rekke faktorer som inngår og som må vurderes nærmere.

Noen av faktorene er *politiske* (f.eks. nullutslippsmål), andre er *administrative* (mest mulig kollektivtransport for pengene), mens atter andre er *operative* (hvordan elbusser kan innpasses driftsmessig). Noen av vurderingskriteriene for elektrifisering av bybusser er *kvantitative*, mens andre kan være av mer *kvalitativ* karakter.

På denne bakgrunn har vi i Tabell 5.3 synliggjort hvilke vurderingskriterier som vi mener er helt sentrale i vurderinger knyttet til elektrifisering av bybusser.

Tabell 5.3: Hvilke vurderingskriterier bør legges til grunn for elektrifisering?

Kriterium	Begrunnelse
Kostnadsbesparelser	For bestiller (AKT) må total kostnadene ved innfasing av elbusser være konkurransedyktig med tradisjonell bussdrift (referansealternativet) – og aller helst lavere – sett over investeringsens levetid. En vurdering av om elbusser vil øke lønnskostnadene for sjåførere, eksempelvis som følge av økt behov for reguleringstid på endestoppesteder, må inngå i en endelig kostnadsanalyse.
Mest miljø for pengene	Prioritering av sentrumslinjer slik at man får størst mulig lokal miljøeffekt av bussene. Elektrifisering av linjer med stort energiforbruk har størst effekt på klimagassutslipp og støy. Slike linjer har også de laveste kostnadene ved elektrifisering. Samtidig kan det for linjer som har endestopp i bykjernen være krevende å etablere hurtigladere, både med hensyn til drift og plan-/reguleringsmessige forhold.
Teknisk mulig	Linjer som er aktuelle for elektrifisering må ha en daglig ruteproduksjon eller avstand mellom endestopp som gjør bruk av elbusser mulig. Hurtiglading medfører krav til tilstrekkelig reguleringstid på endeholdeplass. Avstand til depot kan være en begrensende faktor, uavhengig av ladeteknologi. Topografi (høydemeter og maksimal stigning) sammen med linjestruktur (antall stoppesteder og tetthet mellom stoppesteder) kan også påvirke det tekniske potensialet.
Synergieffekter og fleksibilitet	Hurtiglading blir mer fordelaktig hvis flere linjer kan dele på den samme ladeinfrastrukturen. For å sikre effektiv utnyttelse av denne ladeinfrastruktur over mange år vil det være fornuftig å se på mulighetene for sambruk av pantografer mellom flere linjer. Dette kan medføre behov for omlegging og optimalisering av eksisterende rutetilbud. Depotlading har den fordel at elbussene ikke er avhengig av at det etableres relativt kostbar ladeinfrastruktur.
Risiko	Busslinjer med svak regularitet (bl.a. pga. forsinkelser) og dermed usikkerhet knyttet til reguleringstid eller linjer som har kort reguleringstid på endestopp, bør benytte depotlading om mulig (men sikkerhetsmargin til at elbusser kan stå over én lading, reduserer risikoen ved bruk av pantograf). Det er usikkerhet knyttet til hvor store batterier som kan bli tilgjengelig i fremtiden. Elektrifisering bør derfor prioriteres først der denne usikkerheten har minst betydning for hvilken løsning som er best egnet.

For de fleste kriteriene vil det lønne seg å avvente teknisk utvikling for elbusser og bygge på erfaring fra bruk andre steder. Samtidig er det argumenter for å starte småskala tidlig, blant annet for å oppnå miljøgevinster. For flere av linjene vil det også gi kostnadsbesparelser tidlig på 2020-tallet sammenlignet med referansealternativet. For de mest lønnsomme linjene kan man dermed oppnå både reduserte kostnader og utslipp, noe som taler for en tidlig innfasing på linjer som egner seg godt for elektrifisering. En tidlig innfasing øker imidlertid risikoen.

Fleksibilitet er et nøkkelord i valg av teknologi for elektrifisering av bybussene i Agder. Depotlading gir størst fleksibilitet med hensyn til hvor bussene benyttes og man låser seg ikke til én teknologi og infrastrukturløsning. Depotlading er også langt enklere å implementere enn pantografer, både i forhold til teknisk risiko, standarder og endringer i rutetilbud. Samtidig har depotlading større begrensning i ruteproduksjon per buss. Busser med kortere driftstid gjør det mulig med semi-hurtiglading for depotbusser. Dette vil øke deres daglige rekkevidde. Depotlading er derfor godt egnet for en gradvis utrulling på kort sikt, siden det ikke må tas like store investeringer i infrastruktur og ikke er like avhengig av standardisering og samspill mellom linjene. Fleksibiliteten økes også til en lavest mulig kostnad dersom rushtidsbusser er dieselbusser. Det er heller ikke noe krav at alle busser som er i drift på én linje nødvendigvis må elektrifiseres.

Hurtiglading med pantograf kjennetegnes best ved muligheter for høy ruteproduksjon per buss. Dette gir størst fleksibilitet ved økning i antall avganger på en linje. Høy ladeeffekt gir høyere fleksibilitet for økt trafikk og gir mindre risiko for svekket regularitet. Samtidig er etablering av hurtigladere isolert sett en relativt betydelig investeringskostnad. Endestoppesteder som betjenes av flere busslinjer som kan være aktuelle for elektrifisering i form av hurtiglading, reduserer risikoen med pantograf selv om linjene driftes med relativt få busser. For linjer med mange busser vil deling av pantografer på tvers av linjer begrenses av risikoen for ladekø.

Endring i driftsoppsettet kan gjøre det mulig å elektrifisere flere linjer eller andre linjer. Dette kan påvirke hvilken teknologi som er best egnet. Bruk av pantografer reduserer imidlertid muligheten til å endre endestopp. Dermed gir pantografer både en teknologisk innlåsing og en sementering av hvilke endestopp som kan benyttes. Etablering av pantografer må derfor ha et langsiktig perspektiv, både for den enkelte linje og det helhetlige kollektivtilbudet, ettersom det er kostbart å flytte pantografer etter at de er etablert.

De tekniske løsningene for integrasjon og kommunikasjon mellom pantografer og elbusser vil høyst sannsynlig bli standardisert i løpet av få år. I mars 2016 kunngjorde tre leverandører av hurtigladere og fire store busselskap et samarbeid for å få frem åpne, standardiserte løsninger for hurtiglading i Europa («OPP Charge»). Siden har flere leverandører sluttet seg til. Samarbeidet innebærer at leverandører er enige om å utvikle en standardisert løsning for tilkoping mellom pantograf (ladeinfrastruktur) og buss (dvs. på taket av bussene). En slik standardisert integrasjonsløsning vil medføre sømløs kommunikasjon mellom buss og pantograf (dvs. «Plug and Play»), helt uavhengig av hvem som produserer ladeinfrastruktur og elbusser. Dette innebærer at leverandørene har tatt et felles ansvar for å få på plass standarder så raskt som mulig i påvente av de offisielle standardiseringsorganene, som forventes være i mål med en slik standard i Europa i 2019. Standardisering vil øke fleksibiliteten for bruk av busser på tvers av linjer. Et argument som taler mot valg av hurtiglading kan derfor være å avvente til en endelig internasjonal standard er plass.

Som det fremgår av denne utredningen, er *timing*en for elektrifisering av bybusser i Agder også viktig. Benchmarkingen i avsnitt 3.2 har avdekket at det både er likheter og forskjeller i de strategiske veivalgene for utprøving av elbusser og ladeteknologi som er gjort forskjellige steder i Norge. For Agder Kollektivtrafikk AS vil risikoen reduseres ved å vente noen år med storskala elektrifisering, slik at det er mulig å høste erfaringer fra de byene som er tidligst ute med innføring av ny teknologi.

Over tid vil også teknologikostnaden gå ned etter hvert som teknologien modnes. Dette gjør det mulig å innhente mer erfaring for å gjøre et enda mer kvalifisert valg mellom depotlading og hurtiglading. En teknisk utvikling der batterikapasiteten og energitettheten øker, taler for å ta i bruk depotlading gradvis på linjer der rekkeviddeutviklingen gjør det mulig. Om en slik utvikling ikke slår til, vil det også fremover være nødvendig med pantografløsninger på de linjene med høyest ruteproduksjon per buss.

5.3 Hvor vil det være fornuftig å etablere hurtigladere?

For Agder Kollektivtrafikk AS er en av målsettingene med denne utredningen å identifisere hvilke stoppesteder som kan være aktuelle lokaliseringer for etablering av pantografer, gitt at hurtiglading er det prefererte teknologivalget.

På bakgrunn av Tabell 4.1 og de linjer som der peker seg ut som aktuelle for hurtiglading i Kristiansand, gir Tabell 5.4 en oversikt (i alfabetisk rekkefølge) over de endestoppestedene som peker seg ut som aktuelle for etablering av hurtiglading i Kristiansand. Tilsvarende viser Tabell 5.5 aktuelle endestopp i Arendal, under forutsetning av at hurtiglading blir valgt for elektrifisering av bybusslinjer her.

Tabellene inneholder også karakteristika for hvert de aktuelle endestoppestedene basert på det nåværende busstilbudet og vogn disponeringen på en typisk hverdag. Dette omfatter opplysninger om antall linjer som er aktuelle for elektrifisering basert på hurtiglading, hvor stor daglig bussproduksjonen disse linjene har, potensielt antall busser som er aktuelle for denne ladeteknologien, samt antall anløp (avganger fra det aktuelle stoppestedet) i løpet av et normalt driftsdøgn. Gjennomsnittlig reguleringsstid er kun oppgitt for Kristiansand, ettersom det er bare for denne byen vi har hatt tilgang til konkrete vognløpsplaner. Gjennomsnittlig reguleringsstid omfatter alle linjer som utgår for det aktuelle stoppestedet. Tabellen forteller imidlertid ikke den hele og fulle sannheten om det nåværende driftsopplegget, ettersom reguleringsstiden for hvert stoppested kun omfatter busser som har dette stoppestedet som destinasjon på én tur og avreisested på neste tur (dvs. sekvensielt turnummer).

Tabell 5.4: Oversikt over endestoppesteder i Kristiansand, inkludert karakteristika for én hverdag, hvor det kan være aktuelt å etablere hurtigladere.

Stoppested	Antall linjer	Km	Busser	Anløp	Snitt reguleringstid (min)
Brattvoll platå	1	742	2	32	9
Eigevannskrysset	1	779	3	126	0
Fagerholt skole	1	349	1	61	0
Flekkerøy	1	1 729	5	75	0
Henrik Wergelands gate	4	3 524	11	192	0
Holte snuplass	2	2 092	7	110	13
Høietun snuplass	1	550	2	41	0
IKEA	1	1 729	5	75	11
Kristiansand rutebilstasjon	4	3 432	11	161	0
Langenes snuplass	1	596	2	27	0
Rona	2	479	2	38	21
Rugdeveien	1	355	1	98	0
Skinnerheia	1	980	3	84	3
Solkollen	2	2 092	7	110	15
Stokkeland snuplass	1	886	3	45	4
Suldalen	1	525	2	76	0
Sørlandet sykehus	1	1 080	5	57	8
Sørlandssenteret øst	1	747	2	55	0
Tollbodgata/Markens gate	5	4 335	14	367	2
UiA v/Spicheren	1	525	2	76	1
Vågsbygd senter	2	1 435	6	155	0
Årosskogen	1	1 208	4	56	6
Sum (delt på 2)	18	15 084	50	1 058	3

Tabell 5.5: Oversikt over endestoppesteder i Arendal, inkludert karakteristika for én hverdag, hvor det kan være aktuelt å etablere hurtigladere.⁷

Stoppested	Antall linjer	Km	Busser	Anløp
Arendal bussterminal	9	5 093	18	326
Heggedalen	1	2 651	10	106
Sum (delt på 2)	5	3 872	14	216

Tabell 5.4 indikerer at flere av de aktuelle endestoppestedene har kortere reguleringstid enn de omlag fem minuttene som minimum er påkrevet (jfr. Tabell 3.1). Dette trenger ikke nødvendigvis å bety at stoppestedene dermed ikke er aktuelle som lokaliseringer for hurtiglading og etablering av pantografer. Generelt gjenspeiler tabellen at det er nødvendig å foreta nærmere driftsmessige vurderinger av egnethet for de aktuelle stoppestedene. Eksempelvis indikerer tabellen at «ingen» busser regulerer på Kristiansand rutebilstasjon. Det er imidlertid all grunn til å anta at slik regulering i praksis er utbredt.

⁷ Opplysninger om vognløp og reguleringstider foreligger ikke.

For andre stoppesteder i Kvadraturen i Kristiansand (Henrik Wergelands gate og Tollbodgata/Markens gate) gir imidlertid reguleringstidene i tabellen en mer korrekt fremstilling, ettersom disse stoppestedene er lokalisert i attraktive sentrumsområder med stor knapphet på arealreserver.

I følge Agder Kollektivtrafikk AS har *Kristiansand rutebilstasjon* i dag 13 bussoppstillingsplasser (per-ronger), men antall plasser vil bli sannsynligvis noe redusert når oppstillingsområdet blir oppgradert. *Solkollen* (Hellemyr) har oppstillingsplasser for to busser, gateterminalen ved *Vågsbygd senter* har ca. 70 meters lengde i hver retning. Mens *Flekkerøy* på sin side har kapasitet til 1-2 busser i hver retning avhengig av busslengde.

Andre endestoppesteder med pauserom og toalettfasiliteter for sjåfører som ikke inngår Tabell 5.4, er *UiA/Spicheren* som har plass til tre busser i hver retning på terminalen og seks reguleringsplasser ved sjåførbu (ny terminal og reguleringsplass er under bygging), *Stemmane 59* (Avenyen) hvor det er plass til minst ti busser, *Slettheia* med plass til seks busser, samt tre busser ved *Voiebyen/Skonnertveien*.

Det er samtidig grunn til å merke seg at Tabell 5.4 bekrefter at *Sørlandet sykehus* er en fornuftig lokalisering for hurtiglading, slik Boreal Buss forbereder til oppstart av Kristiansandskontrakten i juli 2018.

I Arendal er det to stoppesteder som peker seg ut som aktuelle lokaliseringer for etablering av hurtigladere (pantografer), hvorav det ene er bussterminalen i Arendal (se Figur 5.3).



Figur 5.3: Bussterminalen i Arendal er en av to stoppesteder i denne byen som er identifisert som aktuell lokalisering for etablering av pantograf (hurtiglading) (foto: Agder Kollektivtrafikk AS).

Generelt krever etablering av hurtigladere tillatelse fra grunneier og reguleringsmyndighet (kommune). Det vil også være behov for tilstrekkelig tilførsel av kraft. Denne utredningen tar ikke for seg slike vurderinger av egnethet for de identifiserte endestoppestedene. Dette må derfor undersøkes nærmere.

5.4 Flere teknologiske veivalg er mulig

På bakgrunn av det ovenstående har Agder Kollektivtrafikk AS flere alternative muligheter til å sette i gang med elektrifisering av bybussene i Agder:

1. Starte med bybusslinjer som egner seg for hurtiglading.
2. Starte med bybusslinjer som egner seg for depotlading.
3. Starte elektrifisering på de bybusslinjene som har lavest kostnad eller risiko, men ta i bruk begge teknologiene parallelt.

Analyseresultatene viser at det er mest å hente både økonomisk og miljømessig på å starte med linjer som er godt egnet for hurtiglading først. Dette er linjer med flere busser og mange rutekilometer som har stor betydning for de kollektivreisende i Agder. Samtidig er det størst risiko ved å elektrifisere med en pantografløsning før en standard er etablert. I tillegg må risiko knyttet til reguleringstid på endeholdeplass vurderes nærmere, slik at nødvendig tid til lading ikke påvirker regulariteten negativt. Linje M1 er et godt eksempel på dette. Potensialet for linjer som egner seg for hurtiglading kan øke noe over tid med større batterier og/eller høyere ladeeffekt, men kostnadsutviklingen er svært usikker.

Det er minst risiko forbundet med å starte elektrifiseringen med busser som lader på depot over natten. Dette gjelder både med hensyn til regularitet på linjene, kostnad og kompleksitet. Fleksibiliteten i bruk av bussene er også stor, og det kan være mye å hente på å utnytte bussene maksimalt. Samtidig er kostnadsbesparelsene på egnede linjer noe mindre sammenlignet med referansealternativet. Den samlede miljøeffekten er også noe lavere. Teknologiutviklingen (energitetthet og rekkevidde) over tid har størst betydning på depotlading, slik at en raskere teknologiutvikling på batterier enn det vi har forutsatt vil være en fordel for depotlading relativt til hurtiglading.

Vi ser ingenting i veien for at det velges ulike løsninger for ulike linjer, i og med at det vil øke muligheten for lønnsom elektrifisering så tidlig som mulig.

5.5 Usikkerhet

I denne utredningen er det gjort rede for hvilke forutsetninger som ligger til grunn for alle analyser og beregninger. Selv om disse forutsetningene er kunnskapsbasert, så bidrar den teknologiske utviklingen generelt til at det er knyttet usikkerhet til resultatene.

Sensitivitetsvurderingene indikerer at det er størst usikkerhet i kostnadsutviklingen relatert til *batteriteknologi* og *energikostnader*. Disse usikkerhetsmomentene gjelder for begge ladeteknologiene. Andre viktige usikkerhetsfaktorer er kostnadsutviklingen knyttet til *ladeinfrastruktur* (etablering av pantografer) og *referansealternativene* (usikkerheten vurderes som større for Biodiesel B100 enn for ordi-nær diesel).

Samtidig er det initiert en rekke pilotprosjekter forskjellige steder i Norge. Disse vil helt sikkert bidra til å understøtte noen antagelser, men samtidig vil de høyst sannsynlig bidra til ny kunnskap. Dette gjelder blant annet hvordan elbusser takler norsk klima med snø og is, faktisk behov for sikkerhetsmargin med hensyn til rekkeviddekrav, hva som er optimal størrelse på batteriene, avveining mellom minst mulig batteri og lengst mulig levetid, med mer.

Dersom elektriske busser blir fritatt elavgift, på samme måte som for skinnegående kollektivtransport, vil dette føre til at elektrifisering av bybusser blir mer fordelaktig. Både bransjeorganisasjonene og Agder Kollektivtrafikk AS bør jobbe for en slik fritaksordning. Dette vil bidra til at elbusser får et enda større konkurransefortrinn sammenlignet med referansealternativet i fremtiden.

I prinsippet er bussbransjen todelt i troen på fremtidsmulighetene for de to aktuelle teknologialternativene for elektrifisering av bybusstrafikk. Den ene «menigheten» har størst tro på at depotlading er den rette løsningen for fremtiden ved at teknologiutviklingen vil kunne gi batterier som kan løse dagens utfordringer med rekkeviddebegrensninger. Den andre «menigheten» har mest tro på hurtigladerne og

synergieffekter ved utbygging av nettverk av pantografer. Analyser og foreliggende kunnskap som ligger til grunn for denne utredningen, peker i retning av at hurtiglading er den teknologiløsningen som gir mest valuta for pengene ved elektrifisering av bybussene i Agder.

Benchmarkingen viser at det er gjort forskjellige strategiske valg i forsøksprosjekter forskjellige steder i Norge. En viktig begrunnelse for de fylkene/administrasjonsselskapene som har valgt å satse på depotlading eller som har overlatt til markedet å bestemme teknologivalget, er ønsket om risikoreduksjon for bestiller. Risikoen ved hurtiglading er generelt større enn for depotlading. Risikoen er blant annet knyttet til plan- og reguleringsmessige forhold ved stoppesteder hvor pantografer skal etableres. Selv om risikoen for bestiller blir redusert ved å overlate ansvar og teknologivalg til leverandør (bussoperatør), så er ikke dette det samme som at risikoen forsvinner. I slike situasjoner er det grunn til å forvente at leverandørene priser risikoen særskilt. Dette risikopåslaget kan bety at totalprisen for samfunnet blir høyere enn ved en annen risikofordeling, hvor bestiller tar hele risikoen, eller bestiller og leverandør deler risikoen.

Både ved depotlading og hurtiglading vil det være behov for tilstrekkelig ladeeffekt, henholdsvis på bussdepot og endestopp – og tilhørende kostnader. Vi har lagt inn samme kostnad for alle pantografer, og har ikke gjort spesifikke vurderinger for de enkelte endestoppene. Behov for tilstrekkelig ladeeffekt er noe som ikke omfattes av denne utredningen. Dette må vurderes nærmere i dialog med Agder Energi Nett.

Før endelig beslutning om elektrifisering og teknologivalg for bybussene i Agder foretas bør det gjennomføres GIS-analyser for å få nærmere kunnskap om hvordan busslinjenes topografi og lokalisering av stoppesteder (start-/stoppmønster) påvirker energiforbruket, og derav potensialet for elektrifisering. Slike GIS-analyser har heller ikke vært omfattet av dette oppdraget.

Også endringer i driftsoppsettet for bybussene i Agder kan gjøre det mulig å elektrifisere flere linjer eller andre linjer. Gjennom omlegging og driftsoptimalisering vil det sannsynligvis være mulig å gjøre endringer som bidrar til at flere busslinjer vil kunne elektrifiseres. Endringer i driftsoppsettet kan også påvirke hvilken teknologi (depotlading eller hurtiglading) som er best egnet.

Utredningen er basert på det nåværende kollektivtilbudet i Agderbyene, det vil si slik situasjonen er i 2017. Dette innebærer at utredningen ikke belyser effekter ved endringer i rutetilbudet. Agder Kollektivtrafikk AS har inngått ny busskontrakt for Kristiansandsregionen med oppstart i juli 2018. I den forbindelse vil både rutetilbud og vogndisponering trolig bli endret. Slike endringer vil kunne ha innflytelse på potensialet for elektrifisering av bybussene i Kristiansand, både for enkeltlinjer og det helhetlige tilbudet, slik det fremstår i denne utredningen. Også avvik fra forutsetningene (prognosene) som er lagt til grunn for hvordan kollektivtilbudet vil utvikle frem mot 2030, vil kunne ha konsekvenser for mulighetene for elektrifisering av bybussene i Agder og den videre strategien.

5.6 Videre arbeid

Dette prosjektet representerer en første fase for optimalisering av forholdet mellom infrastruktur, ruteplan og bussmateriell, men dette arbeidet må fortsette og forbedres i etterkant når man har mer informasjon og basert på et mer helhetlig bilde. Funn og konklusjoner i denne rapporten er ment å ligge til grunn for Agder Kollektivtrafikk AS sitt videre arbeid med elektrifisering av busser i Agder.

Utredningen konkluderer tilsynelatende med at to av de tre viktigste bybusslinjene i Kristiansand (M2 og M3) ikke er egnet for elektrifisering. Dette skyldes rekkeviddekrav, både per avgang og samlet ruteproduksjon per dag. Gjennom omlegging/avkortning og driftsoptimalisering vil det sannsynligvis være mulig å gjøre endringer som bidrar til at også slike busslinjer vil kunne elektrifiseres. Agder Kollektivtrafikk AS praktiserer en markedsorientert utvikling av kollektivtilbudet. Dette innebærer at det primært er etterspørselen som styrer utviklingen av tilbudet, ikke nødvendigvis infrastruktur og drivstoffvalg.

Denne utredningen danner et grunnlag for det videre arbeidet med etablering av infrastruktur, håndtering av eksisterende og nye anbud, og hvilke andre områder/temaer som må vurderes nærmere for å lykkes med elektrifisering. Eksempler på tema som representerer mulige videreføringsoppgaver er

listet opp i Tabell 5.6. Tabellen er ikke uttømmende. Innenfor rammen av dette prosjektet har vi ikke kunnet gi svar på disse spørsmålene, men utredningen inneholder noen foreløpige tanker på enkelte av disse områdene.

Tabell 5.6: *Eksempler på mulig videre arbeid med elektrifisering av bybussene i Agder.*

Tema	Spørsmål
Konsepter for infrastruktur må etableres, inkludert:	- Når vil ladestandarder komme på plass og hva betyr det for timing av utrulling? - Hvem skal ha ansvar for eierskap, forvaltning, drift og vedlikehold av ladeinfrastruktur? - Hvordan håndtere prosessen mot nettselskapet for å unngå unødvendig høye kostnader til infrastruktur? - Hvordan finansiere infrastruktur, inklusive anleggsbidrag til nettilknytning og nettleie? Hva er mulighetene for støtte fra ENOVA? - Hvordan håndtere infrastrukturspørsmål innenfor dagens kontrakt med Boreal Buss? - Hvor store forskjeller er det i anleggsbidrag til nettselskapet for etablering av pantografer på de ulike endeholdeplassene?
Hva må endres/håndteres i anbud og kontrakter med leverandører og operatører?	- Hvordan innføre elbusser innenfor dagens avtale? - Hvordan håndtere og dele risikoen ved å ta i bruk ny teknologi og infrastruktur? - Vil ladestandarder definere grensesnittet mellom bussmateriell og ladeinfrastruktur? - Hvordan indeksere endringer i strømpris og nettleie? Hvem tar risikoen?
Hva trengs utover å ha en moden kjøretøyteknologi og etablert infrastruktur?	- Hva må endres av ansvar, roller og organisering for eksisterende og nye aktører (operatør, nettselskap, kollektivselskap, leverandører (og operatører?) av ladeinfrastruktur)? - Hva må på plass i verdikjeden?: leverandører av reservedeler, bussjåfører må få erfaring, service av busser og ladeinfrastruktur, kommunale prosesser osv.
Hvilke driftsmessige utfordringer bør utredes nærmere?	- Hva er potensialet for smartere ruteplaner som kan bidra til å effektivisere bussdriften? - Hvor store topografiske forskjeller er det mellom linjene (GIS-analyse)? - Kan busslinjer legges om slik at de egner seg bedre for elektrifisering? - Hva er omfanget av forsinkelser for busslinjene i Agderbyene (utredning av bussfremkommelighet)? - Hvordan stiller trafikkbetjeningen (sjåførene) seg til elbusser og hvilke krav stilles til fasiliteter ved endestopp gitt at hurtiglading er det prefererte teknologivalget?

Vedlegg

Vedlegg 1: Linjekart

Vedlegg 2: Oversikt over busslinjer

Vedlegg 3: Utdypende resultater for busstilbudet i Kristiansand

Vedlegg 4: Utdypende resultater for busstilbudet i Arendal

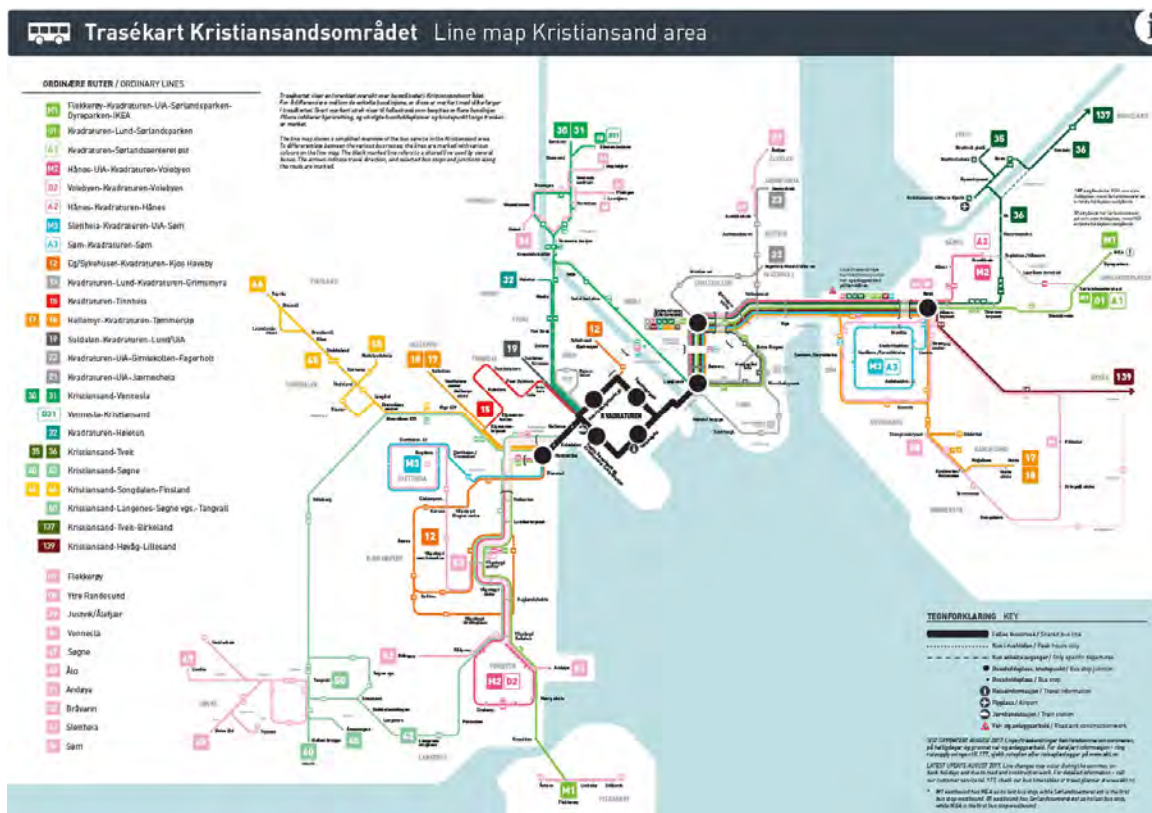
Vedlegg 5: Skisser av bussdepot

Vedlegg 6: Utvikling av kollektivtilbudet i Kristiansand basert på vekstmål

Vedlegg 7: Utvikling av kollektivtilbudet i Arendal basert på vekstmål

Vedlegg 8: Utdypende resultater for kostnadsutvikling ved elektrifisering

Vedlegg 1: Linjekart



Vedlegg 2: Oversikt over busslinjer

Tabell V.1: Oversikt over busslinjer i Kristiansand (ekskl. skoleruter).

Linje	Type Linje	Linjenavn
M1	1	Flekkerøy-Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA
M2	1	Hånes-UiA-Kvadraturen-Voiebyen
M3	1	Slettheia-Kvadraturen-UiA-Søm
01	1	Kvadraturen-Lund-Sørlandsparken-Dyreparken
12	1	Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby
13	1	Kvadraturen-Lund-Kvadraturen-Grimsmyra
15	1	Kvadraturen-Tinnheia
17	1	Hellemyr-Kvadraturen-Odderhei
18	1	Hellemyr-Kvadraturen-Holte
19	1	Suldalen-Kvadraturen-Lund/UiA
22	1	Kvadraturen-UiA-Gimlekollen
23	1	Kvadraturen-UiA-Justvik
30	1	Kristiansand-Vennesla (Eikelandsdalen)
31	1	Kristiansand-Vennesla (Samkom)
32	1	Kvadraturen-Høietun
35	1	Kristiansand-Brattvoll platå
36	1	Kristiansand-Tveit
40	1	Kristiansand-Søgne (Årosskogen)
42	1	Kristiansand-Søgne (Langenes)
45	1	Kristiansand-Songdalen (Stokkeland)
46	1	Kristiansand-Songdalen (Lauvslandsmoen)
50	1	Kristiansand-Langenes-Søgne vgs.-Tangvall
D2	2	Kvadraturen-Voiebyen
D31	2	Kristiansand-Vennesla
51	3	Andøya
07	3	Flekkerøy
08	3	Ytre Randesund
52	3	Bråvann
53	3	Vågsbygd senter-Slettheia
29	3	Justvik-Ålefjær
34	3	Vennesla
47	3	Søgne
49	3	Ålo
56	3	Ringbuss Søm
A1	4	Kvadraturen-Sørlandscenteret
A2	4	Hånes-Kvadraturen
A3	4	Søm-Kvadraturen
A18	4	Holte-Odderhei-Sørlandet sykehus (Eg)
A24	4	Kvadraturen-Skibåsen
A25	4	Kvadraturen-Rige
A26	4	Voiebyen-Sørlandsparken/IKEA
N2	6	Hånes-Lund-Kvadraturen-Voiebyen/Flekkerøy
N3	6	Slettheia-Kvadraturen-Søm
N16	6	Kvadraturen-Tinnheia/Hellemyr
N17	6	Kvadraturen-Tømmerstø
N30	6	Kristiansand-Mosby-Vennesla
N40	6	Kristiansand-Søgne-Årosskogen
N42	6	Kristiansand-Søgne-Langenes
N45	6	Kristiansand-Songdalen

Tabell V.2: Oversikt over busslinjer i Arendal (ekskl. skoleruter).

Linje	Type Linje	Linjenavn
100	1	Kristiansand-Lillesand-Grimstad-Arendal
100D	2	Direkte Kristiansand-Arendal
100E	2	Ekspress Kristiansand-Grimstad/Arendal
101	3	Eydehavn-Arendal-Fevik-Grimstad Sør/Nord
102	4	Rykene-Arendal-Tromøy Vest
103	4	Hisøy-Arendal-Tromøy Øst
110	3	Arendal-Torsbudalen-Jovannslia-Arendal
111	3	Arendal-Solåsen-Grasåsen-Arendal
112	3	Arendal-Stoa-Myra-Arendal
113	3	Arendal-Myra-Stoa (Politistasjonen)-Arendal
114	3	Arendal-Sykehuset-Arendal
115	3	Servicebussen i Arendal
120	3	Arendal-Løddesøl-Rise
125	3	Arendal-Froland
126	3	Heldal-Osedalen
150	1	Arendal-Tvedestrand-Risør
151	1	Saltrød-Staubø-Tvedestrand
175	1	Arendal-Evje
100N	6	Kristiansand-Lillesand-Grimstad-Arendal
101N	6	Arendal-Fevik-Grimstad/Eydehavn
110N	6	Arendal-Torsbudalen-Jovannslia
125N	6	Arendal-Froland

Tabell V.3: Oversikt over endestoppesteder for de enkelte busslinjene i Kristiansand⁸.

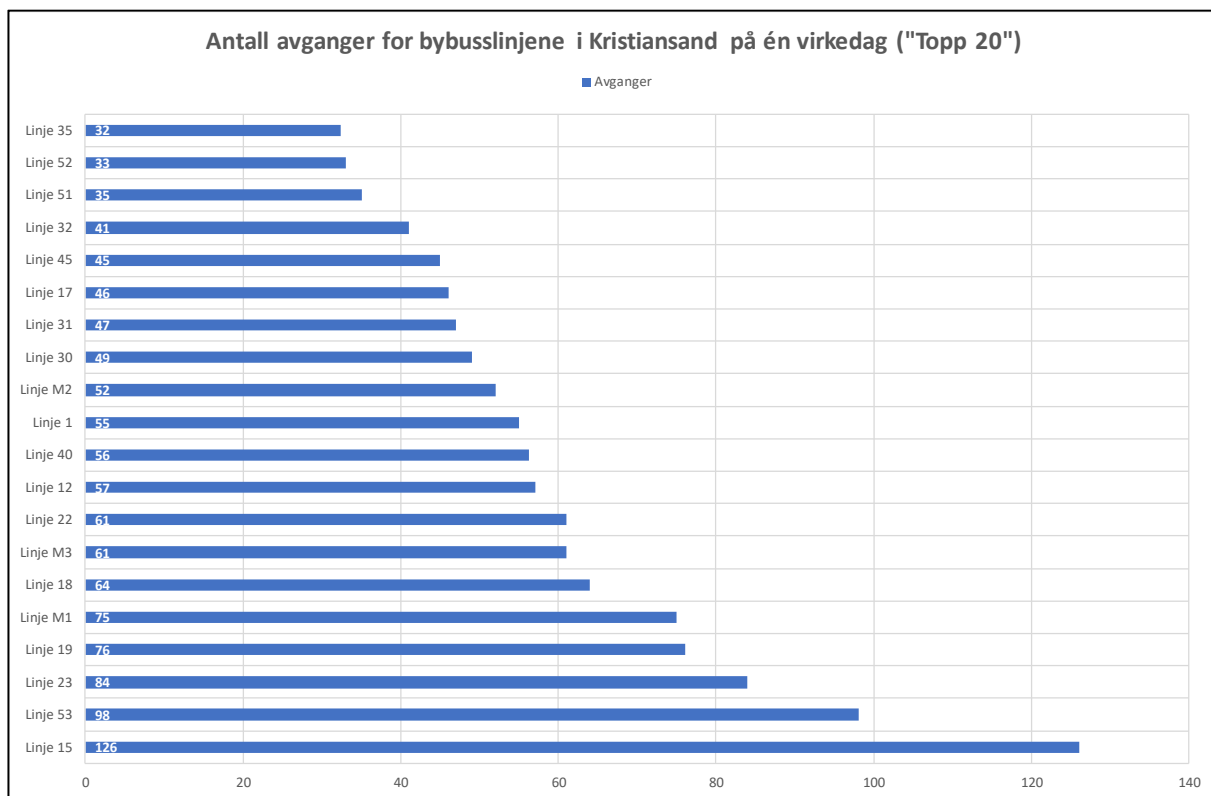
Linje	Stoppested fra	Stoppested til
M1	Flekkerøy	IKEA
M2	Grovikheia	Sørlandssenteret øst
M3	Rugdeveien	Slettheiveien 41
01	Henrik Wergelands gate	Sørlandssenteret øst
12	Sørlandet sykehus	Vågsbygd senter
13	Henrik Wergelands gate	Henrik Wergelands gate
15	Tollbodgata/Markens gate	Eigevannskrysset
17	Solkollen	Holte snuplass
18	Holte snuplass	Solkollen
19	UiA v/Spicheren	Suldalen
22	Fagerholt skole	Tollbodgata/Markens gate
23	Skinnerheia	Tollbodgata/Markens gate
30	Tollbodgata/Markens gate	Henrik Wergelands gate
31	Henrik Wergelands gate	Tollbodgata/Markens gate
32	Høietun snuplass	Henrik Wergelands gate
35	Kristiansand rutebilstasjon	Brattvoll platå
36	Grødum snuplass	Ve
40	Kristiansand rutebilstasjon	Årosskogen
42	Langenes snuplass	Kristiansand rutebilstasjon
45	Kristiansand rutebilstasjon	Stokkeland snuplass
46	Lauvslandsmoen	Kristiansand rutebilstasjon
50	Tangvall	UiA v/Spicheren
D2	UiA v/Spicheren	Henrik Wergelands gate
D31	Eikelandsdalen snuplass	Tollbodgata/Markens gate
51	Bredalsholmen	Vågsbygd senter
07	Geiterøya	Geiterøya
08	Rona	Rona
52	Bråvann snuplass	Vågsbygd senter
53	Rugdeveien	Vågsbygd senter
29	Ålefjær snuplass	Justvik skole
34	Vennesla sentrum	Vennesla sentrum
47	Tangvall	Tangvall
49	Tinntjønn skole snuplass	Salthaug
A1	Sørlandssenteret øst	Tollbodgata/Markens gate
A2	Henrik Wergelands gate	Grovikheia
A3	Holte skole	Torsvikkleiva
A18	Holte snuplass	Sørlandet sykehus
A24	Henrik Wergelands gate	Skibåsen øvre
A25	Tollbodgata/Markens gate	Varodd
A26	IKEA	Møvig/Skonnertveien

⁸ For linjer som har mer enn to start- eller endestoppesteder, så inneholder tabellen stoppestedene med flest anløp

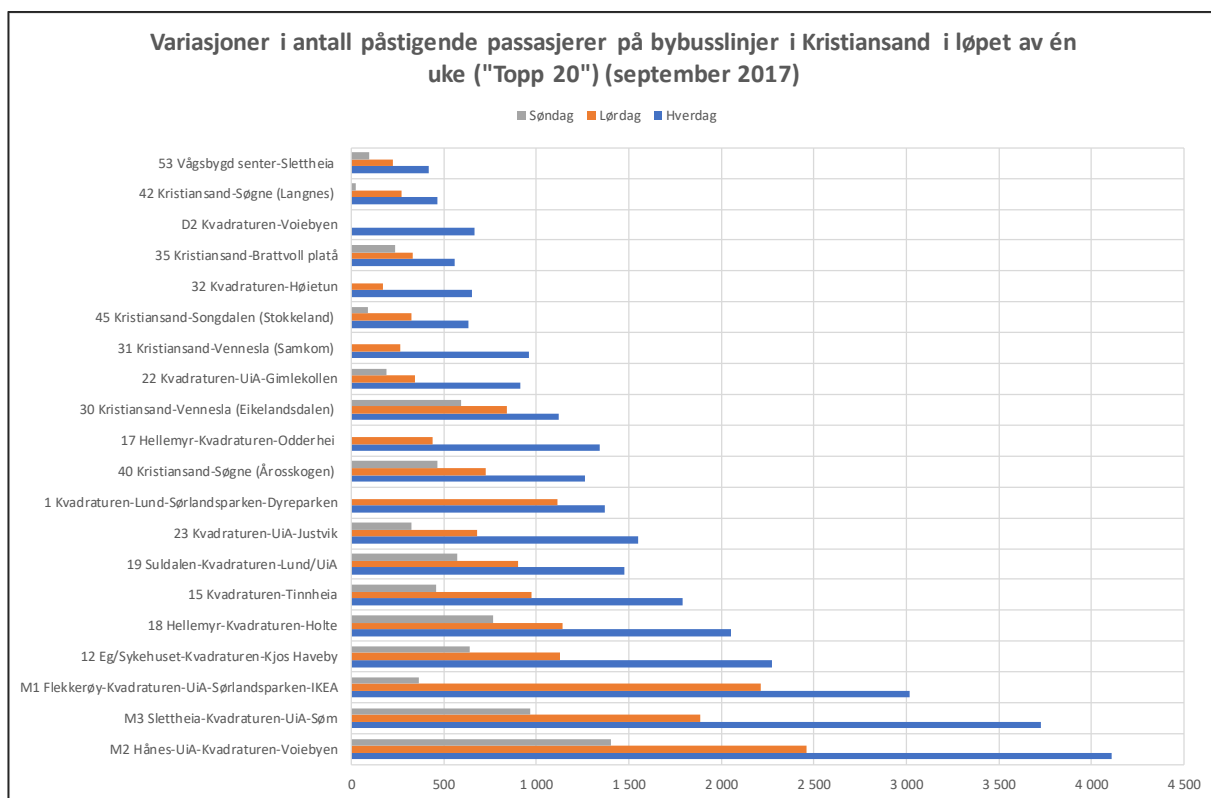
Tabell V.4: Oversikt over antall avganger fra endestoppesteder i Kristiansand på hverdager («Topp 40»).

Rank	Sum	M1																M2																M3																M4																M5																M6																M7																M8																M9																M10																M11																M12																M13																M14																M15																M16																M17																M18																M19																M20																M21																M22																M23																M24																M25																M26																M27																M28																M29																M30																M31																M32																M33																M34																M35																M36																M37																M38																M39																M40																M41																M42																M43																M44																M45																M46																M47																M48																M49																M50																M51																M52																M53																M54																M55																M56																M57																M58																M59																M60																M61																M62																M63																M64																M65																M66																M67																M68																M69																M70																M71																M72																M73																M74																M75																M76																M77																M78																M79																M80																M81																M82																M83																M84																M85																M86																M87																M88																M89																M90																M91																M92																M93																M94																M95																M96																M97																M98																M99																M100																M101																M102																M103																M104																M105																M106																M107																M108																M109																M110																M111																M112																M113																M114																M115																M116																M117																M118																M119																M120																M121																M122																M123																M124																M125																M126																M127																M128																M129																M130																M131																M132																M133																M134																M135																M136																M137																M138																M139																M140																M141																M142																M143																M144																M145																M146																M147																M148																M149																M150																M151																M152																M153																M154																M155																M156																M157																M158																M159																M160																M161																M162																M163																M164																M165																M166																M167																M168																M169																M170																M171																M172																M173																M174																M175																M176																M177																M178																M179																M180																M181																M182																M183																M184																M185																M186																M187																M188																M189																M190																M191																M192																M193																M194																M195																M196																M197																M198																M199																M200																M201																M202																M203																M204																M205																M206																M207																M208																M209																M210																M211																M212																M213																M214																M215																M216																M217																M218																M219																M220																M221																M222																M223																M224																M225																M226																M227																M228																M229																M230																M231																M232																M233																M234																M235																M236																M237																M238																M239																M240																M241																M242																M243																M244																M245																M246																M247																M248																M249																M250																M251																M252																M253																M254																M255																M256																M257																M258																M259																M260																M261																M262																M263																M264																M265																M266																M267																M268																M269																M270																M271																M272																M273																M274																M275																M276																M277																M278																M279																M280																M281																M282																M283																M284																M285																M286																M287																M288																M289																M290																M291																M292																M293																M294																M295																M296																M297																M298																M299																M300																M301																M302																M303																M304																M305																M306																M307																M308																M309																M310																M311																M312																M313																M314																M315																M316																M317																M318																M319																M320																M321																M322																M323																M324																M325																M326																M327																M328																M329																M330																M331																M332																M333																M334																M335																M336																M337																M338																M339																M340																M341																M342																M343																M344																M345																M346																M347																M348																M349																M350																M351																M352																M353																M354																M355																M356																M357																M358																M359																M360																M361																M362																M363																M364																M365																M366																M367																M368																M369																M370																M371																M372																M373																M374																M375																M376																M377																M378																M379																M380																M381																M382																M383																M384																M385																M386																M387																M388																M389																M390																M391																M392																M393																M394																M395																M396																M397																M398																M399																M400																M401																M402																M403																M404																M405																M406																M407																M408																M409																M410																M411																M412																M413																M414																M415																M416																M417																M418																M419																M420																M421																M422																M423																M424																M425																M426																M427																M428																M429																M430																M431																M432																M433																M434																M435																M436																M437																M438																M439																M440																M441																M442																M443																M444																M445																M446																M447																M448																M449																M450																M451																M452																M453																M454																M455																M456																M457																M458																M459																M460																M461																M462																M463																M464																M465																M466																M467																M468																M469																M470																M471																M472																M473																M474																M475																M476																M477																M478																M479																M480																M481																M482																M483																M484																M485																M486																M487																M488																M489																M490																M491																M492																M493																M494																M495																M496																M497																M498																M499																M500																M501																M502																M503																M504																M505																M506																M507																M508																M509																M510																M511																M512																M513																M514																M515																M516																M517																M518																M519																M520																M521																M522																M523																M524																M525																M526																M527																M528																M529																M530																M531																M532																M533																M534																M535																M536																M537																M538																M539																M540																M541																M542																M543																M544																M545																M546																M547																M548																M549																M550																M551																M552																M553																M554																M555																M556																M557																M558																M559																M560																M561																M562																M563																M564																M565																M566																M567																M568																M569																M570																M571																M572																M573																M574																M575																M576																M577																M578																M579																M580																M581																M582																M583																M584																M585																M586																M587																M588																M589																M590																M591																M592																M593																M594																M595																M596																M597																M598																M599																M600																M601																M602																M603																M604																M605																M606																M607																M608																M609																M610																M611																M612																M613																M614																M615																M616																M617																M618																M619																M620																M621																M622																M623																M624																M625																M626																M627																M628																M629																M630																M631																M632																M633																M634																M635																M636																M637																M638																M639																M640																M641																M642																M643																M644																M645																M646																M647																M648																M649																M650																M651																M652																M653																M654																M655																M656																M657																M658																M659																M660																M661																M662																M663																M664																M665																M666																M667																M668																M669																M670																M671																M672																M673																M674																M675																M676																M677																M678																M679																M680																M681																M682																M683																M684																M685																M686																M687																M688																M689																M690																M691																M692																M693																M694																M695																M696																M697																M698																M699																M700																M701																M702																M703																M704																M705																M706																M707																M708																M709																M710																M711																M712																M713																M714																M715																M716																M717																M718																M719																M720																M721																M722																M723																M724																M725																M726																M727																M728																M729																M730																M731																M732																M733																M734																M735																M736																M737																M738																M739																M740																M741																M742																M743																M744																M745																M746																M747																M748																M749																M750																M751																M752																M753																M754																M755																M756																M757																M758																M759																M760																M761																M762																M763																M764																M765																M766																M767																M768																M769																M770																M771																M772																M773																M774																M775																M776																M777																M778																M779																M780																M781																M782																M783																M784																M785																M786																M787																M788																M789																M790																M791																M792																M793																M794																M795																M796																M797																M798																M799																M800																M801																M802																M803																M804																M805																M806																M807																M808																M809																M810																M811																M812																M813																M814																M815																M816																M817																M818																M819																M820																M821																M822																M823																M824																M825																M826																M827																M828																M829																M830																M831																M832																M833																M834																M835																M836																M837																M838																M839																M840																M841																M842																M843																M844																M845																M846																M847																M848																M849																M850																M851																M852																M853																M854																M855																M856																M857																M858																M859																M860																M861																M862																M863																M864																M865																M866																M867																M868																M869																M870																M871																M872																M873																M874																M875																M876																M877																M878																M879																M880																M881																M882																M883																M884																M885																M886																M887																M888																M889																M890																M891																M892																M893																M894																M895																M896																M897																M898																M899																M900																M901																M902																M903																M904																M905																M906																M907																M908																M909																M910																M911																M912																M913																M914																M915																M916																M917																M918																M919																M920																M921																M922																M923																M924																M925																M926																M927																M928																M929																M930																M931																M932																M933																M934																M935																M936																M937																M938																M939																M940																M941																M942																M943																M944																M945																M946																M947																M948																M949																M950																M951																M952																M953																M954																M955																M956																M957																M958																M959																M96															
------	-----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Vedlegg 3: Utdypende resultater for busstilbudet i Kristiansand



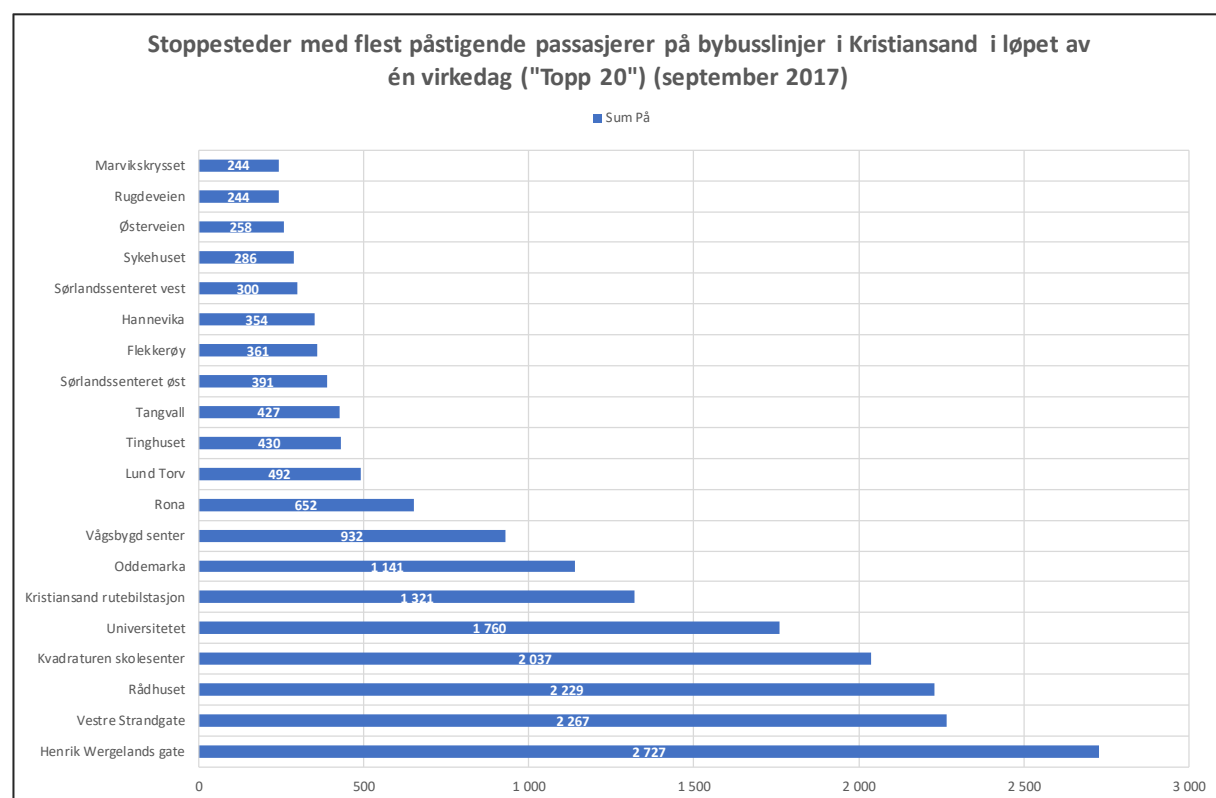
Figur V.3: Buslinjer i Kristiansandsområdet med flest avganger i løpet av én virkedag («Topp 20»).



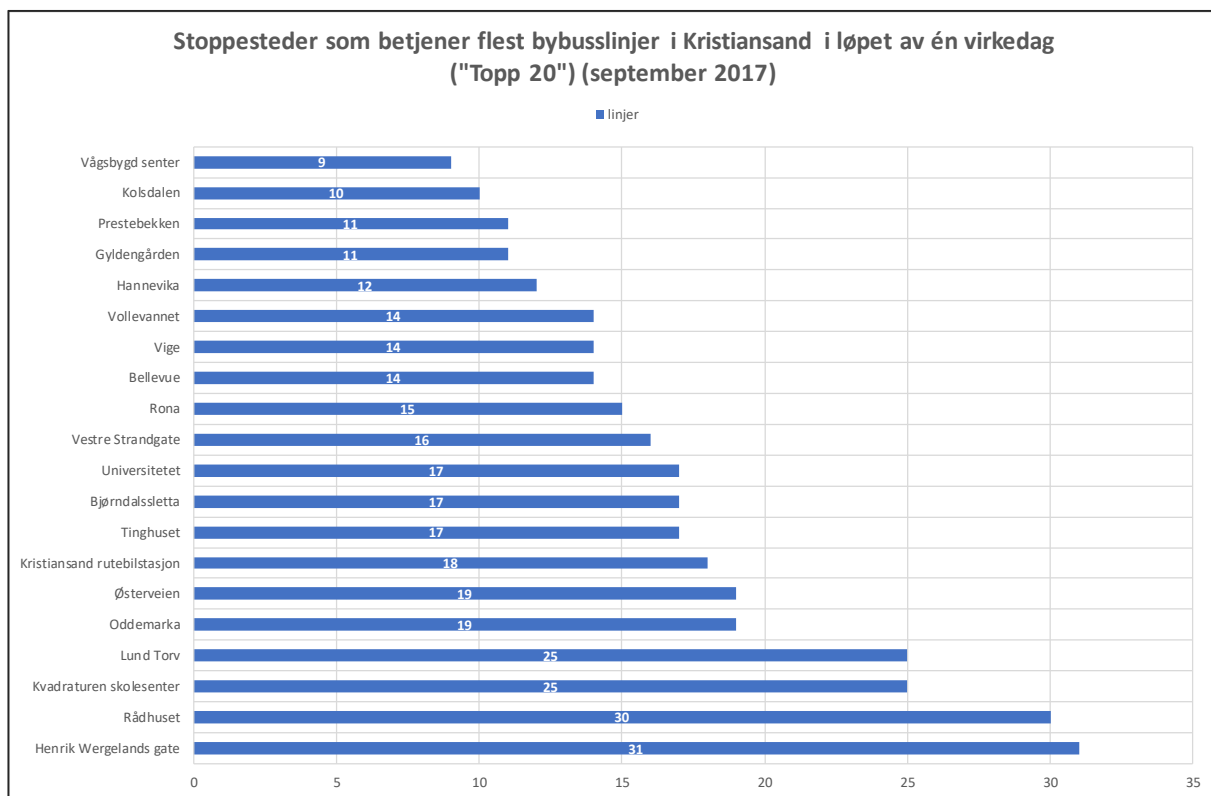
Figur V.4: Variasjoner i antall påstigende passasjerer på bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én uke («Topp 20») (september 2017).

Tabell V.5: Passasjertall på bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én uke («Topp 20») (september 2017).

Rank	Linje	Linjenavn	Hverdag	Lørdag	Søndag	Sum uke	Andel uke
1	M2	Hånes-UiA-Kvadraturen-Voiebyen	4 107	2 465	1 404	24 403	13 %
2	M3	Slettheia-Kvadraturen-UiA-Søm	3 729	1 887	970	21 500	11 %
3	M1	Flekkerøy-Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA	3 014	2 215	367	17 653	9 %
4	12	Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby	2 276	1 130	637	13 150	7 %
5	18	Hellemyr-Kvadraturen-Holte	2 053	1 144	767	12 175	6 %
6	15	Kvadraturen-Tinnheia	1 793	973	460	10 398	5 %
7	19	Suldalen-Kvadraturen-Lund/UiA	1 477	902	573	8 861	5 %
8	23	Kvadraturen-UiA-Justvik	1 549	679	328	8 751	5 %
9	1	Kvadraturen-Lund-Sørlandsparken-Dyreparken	1 368	1 116		7 957	4 %
10	40	Kristiansand-Søgne (Årosskogen)	1 266	725	465	7 520	4 %
11	17	Hellemyr-Kvadraturen-Odderhei	1 344	441		7 161	4 %
12	30	Kristiansand-Vennesla (Eikelandsdalen)	1 124	839	595	7 055	4 %
13	22	Kvadraturen-UiA-Gimlekollen	913	348	192	5 106	3 %
14	31	Kristiansand-Vennesla (Samkom)	961	262		5 066	3 %
15	45	Kristiansand-Songdalen (Stokkeland)	637	324	89	3 598	2 %
16	32	Kvadraturen-Høietun	653	175		3 438	2 %
17	35	Kristiansand-Brattvoll platå	557	334	242	3 360	2 %
18	D2	Kvadraturen-Voiebyen	670			3 349	2 %
19	42	Kristiansand-Søgne (Langnes)	469	274	25	2 645	1 %
20	53	Vågsbygd senter-Slettheia	418	225	99	2 414	1 %
Sum	Topp 20		30 379	16 457	7 210	175 560	92 %
Sum	Totalt		33 188	17 222	7 248	190 409	100 %
%	Topp 20		92 %	96 %	99 %	92 %	



Figur V.5: Stoppesteder med flest påstigende passasjerer på bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én virkedag («Topp 20») (september 2017).



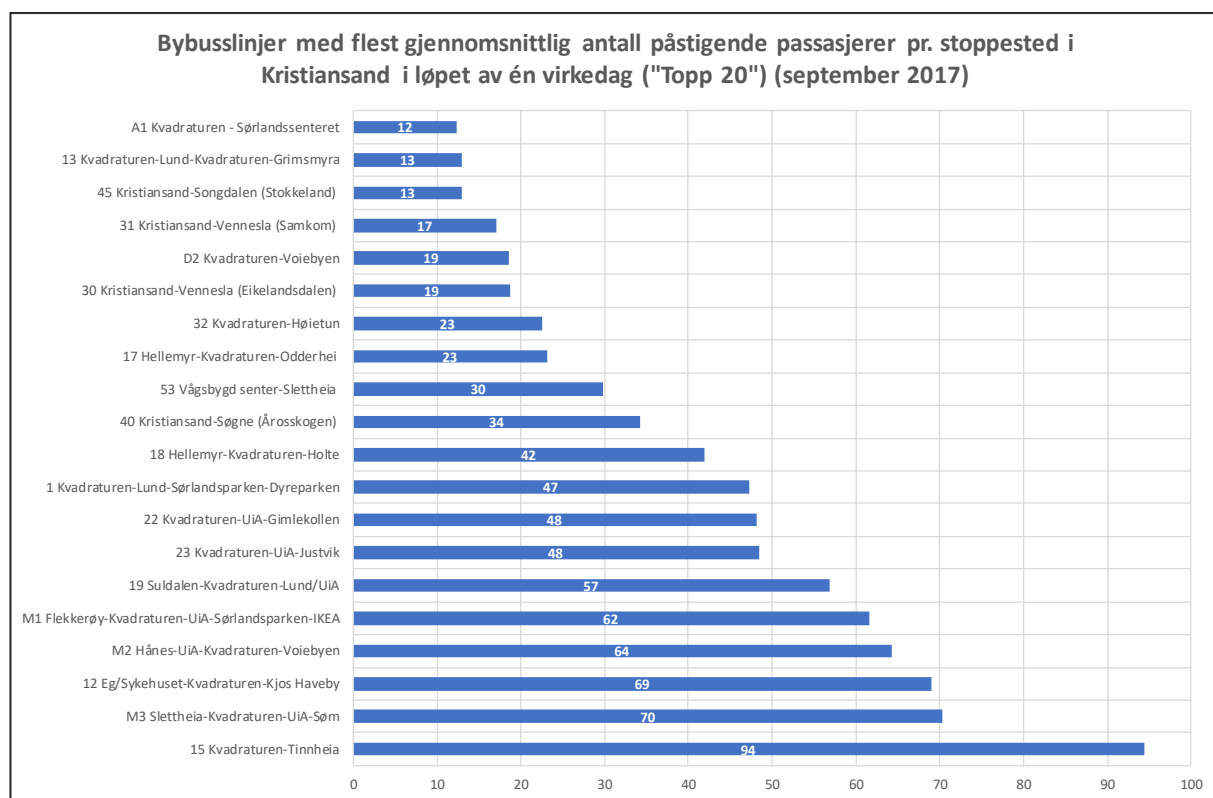
Figur V.6: Stoppesteder som betjener flest bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én virkedag («Topp 20») (september 2017).

Tabell V.6: Stoppesteder med flest påstigende passasjerer på bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én virkedag («Topp 20») (september 2017).

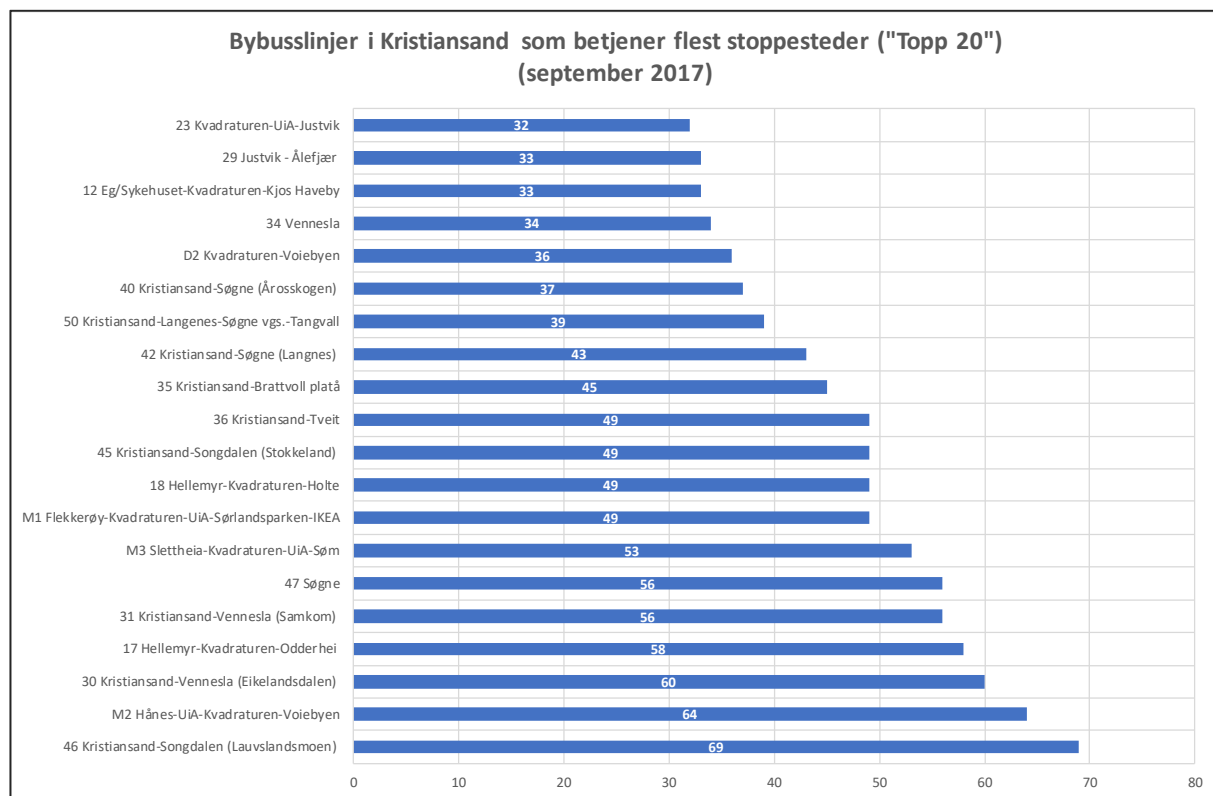
Sum Rank	Holdeplass	Sum På	Andel På
1	Henrik Wergelands gate	2 727	8 %
2	Vestre Strandgate	2 267	7 %
3	Rådhuset	2 229	7 %
4	Kvadraturen skolesenter	2 037	6 %
5	Universitetet	1 760	5 %
6	Kristiansand rutebilstasjon	1 321	4 %
7	Oddemarka	1 141	3 %
8	Vågsbygd senter	932	3 %
9	Rona	652	2 %
10	Lund Torv	492	1 %
11	Tinghuset	430	1 %
12	Tangvall	427	1 %
13	Sørlandssenteret øst	391	1 %
14	Flekkerøy	361	1 %
15	Hannevika	354	1 %
16	Sørlandssenteret vest	300	1 %
17	Sykehuset	286	1 %
18	Østerveien	258	1 %
19	Rugdeveien	244	1 %
20	Marvikskrysset	244	1 %
Rank	Topp 20	18 853	57 %
Rank	Totalt	33 188	100 %

Tabell V.7: Stoppesteder som betjener flest bybusslinjer i Kristiansand i løpet av én virkedag («Topp 20») (september 2017).

N Rank	Holdeplass	N linjer	Andel linjer
1	Henrik Wergelands gate	31	2 %
2	Rådhuset	30	2 %
3	Kvadraturen skolesenter	25	2 %
4	Lund Torv	25	2 %
5	Oddemarka	19	1 %
6	Østerveien	19	1 %
7	Kristiansand rutebilstasjon	18	1 %
8	Tinghuset	17	1 %
9	Bjørndalssletta	17	1 %
10	Universitetet	17	1 %
11	Vestre Strandgate	16	1 %
12	Rona	15	1 %
13	Bellevue	14	1 %
14	Vige	14	1 %
15	Vollevannet	14	1 %
16	Hannevika	12	1 %
17	Gyldegården	11	1 %
18	Prestebekken	11	1 %
19	Kolsdalen	10	1 %
20	Vågsbygd senter	9	1 %
Rank	Topp 20	344	25 %
Rank	Totalt	1 396	100 %



Figur V.7: Bybusslinjer i Kristiansand med flest gjennomsnittlig antall påstigende passasjerer pr. stoppested i løpet av én virkedag («Topp 20») (september 2017).



Figur V.8: Bybusslinjer i Kristiansand som betjener flest stoppesteder («Topp 20») (september 2017).

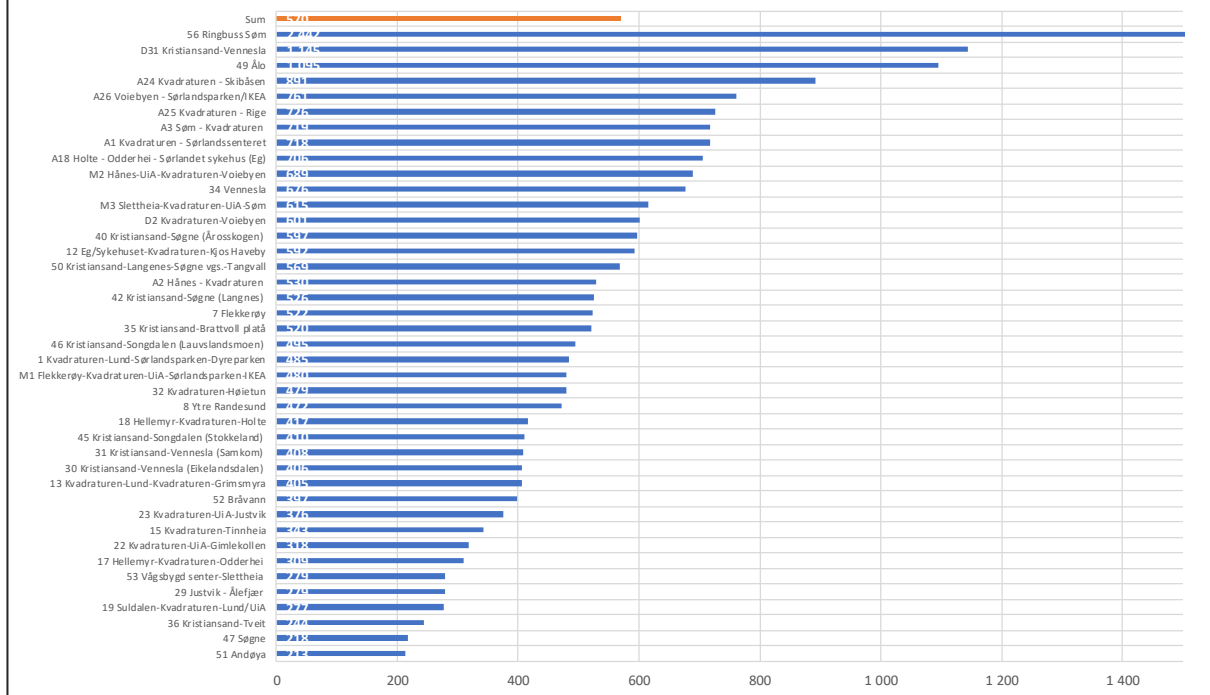
Tabell V.8: Bybusslinjer i Kristiansand med flest gjennomsnittlig antall påstigende passasjerer pr. stoppested i løpet av én virke- dag («Topp 20») (september 2017).

Rank	Holdeplass	Sum På	Andel På	N Linjer
1	Henrik Wergelands gate	2 724	8 %	29
2	Vestre Strandgate	2 261	7 %	13
3	Rådhuset	2 227	7 %	27
4	Kvadraturen skolesenter	2 036	6 %	23
5	Universitetet	1 760	5 %	16
6	Kristiansand rutebilstasjon	1 315	4 %	16
7	Oddemarka	1 141	3 %	19
8	Vågsbygd senter	932	3 %	9
9	Rona	652	2 %	15
10	Lund Torv	492	1 %	23
11	Tinghuset	430	1 %	17
12	Tangvall	427	1 %	5
13	Sørlandssenteret øst	391	1 %	5
14	Flekkerøy	361	1 %	2
15	Hannevika	354	1 %	12
16	Sørlandssenteret vest	300	1 %	3
17	Sykehuset	286	1 %	2
18	Østerveien	258	1 %	19
19	Rugdeveien	244	1 %	2
20	Marvikskrysset	244	1 %	3
Sum	Topp 20	18 835	57 %	260
Sum	Totalt	33 169	100 %	617

Tabell V.9: Bybusslinjer i Kristiansand som betjener flest stoppesteder («Topp 20») (september 2017).

Rank	Linje	Snitt	Andel
Snitt	Linje	Snitt	Andel
På/holdplass	På/holdplass	På/holdplass	På/holdplass
1	15 Kvadraturen-Tinnheia	94	390 %
2	M3 Slettheia-Kvadraturen-UiA-Søm	70	291 %
3	12 Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby	69	285 %
4	M2 Hånes-UiA-Kvadraturen-Voiebyen	64	265 %
5	M1 Flekkerøy-Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA	62	254 %
6	19 Suldalen-Kvadraturen-Lund/UiA	57	235 %
7	23 Kvadraturen-UiA-Justvik	48	200 %
8	22 Kvadraturen-UiA-Gimlekollen	48	199 %
9	1 Kvadraturen-Lund-Sørlandsparken-Dyreparken	47	195 %
10	18 Hellemyr-Kvadraturen-Holte	42	173 %
11	40 Kristiansand-Søgne (Årosskogen)	34	142 %
12	53 Vågsbygd senter-Slettheia	30	124 %
13	17 Hellemyr-Kvadraturen-Odderhei	23	96 %
14	32 Kvadraturen-Høietun	23	93 %
15	30 Kristiansand-Vennesla (Eikelandsdalen)	19	77 %
16	D2 Kvadraturen-Voiebyen	19	77 %
17	31 Kristiansand-Vennesla (Samkom)	17	71 %
18	45 Kristiansand-Songdalen (Stokkeland)	13	54 %
19	13 Kvadraturen-Lund-Kvadraturen-Grimsmyra	13	54 %
20	A1 Kvadraturen - Sørlandssenteret	12	51 %
Sum	Topp 20	40	166 %
Sum	Totalt	24	100 %

Gjennomsnittlig stoppestedsavstand på bybusslinjer i Kristiansand (basert på stoppesteder med påstigende passasjerer i september 2017)



Figur V.9: Gjennomsnittlig avstand (i meter) mellom stoppesteder for bybusslinjene i Kristiansand.

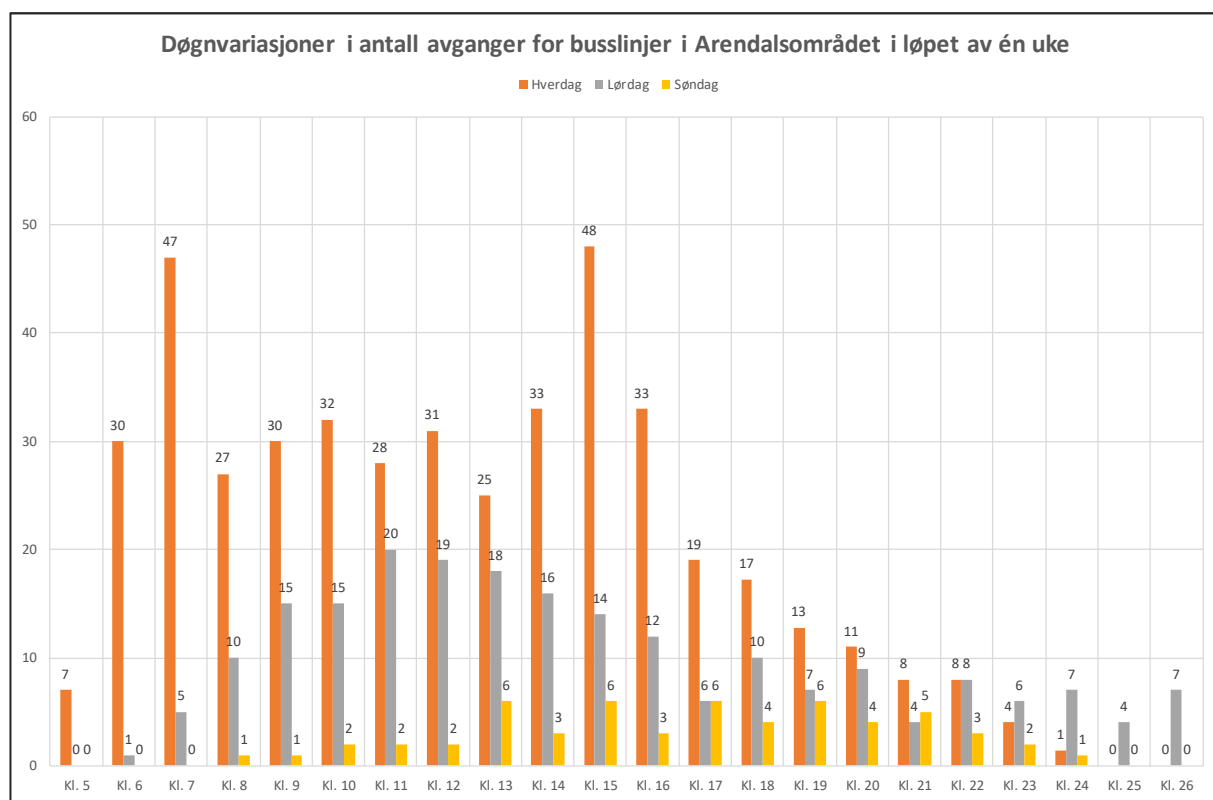
Vedlegg 4: Utdypende resultater for busstilbudet i Arendal

Tabell V.10: Antall avganger for busslinjer i Arendal i løpet av én uke (september 2017).

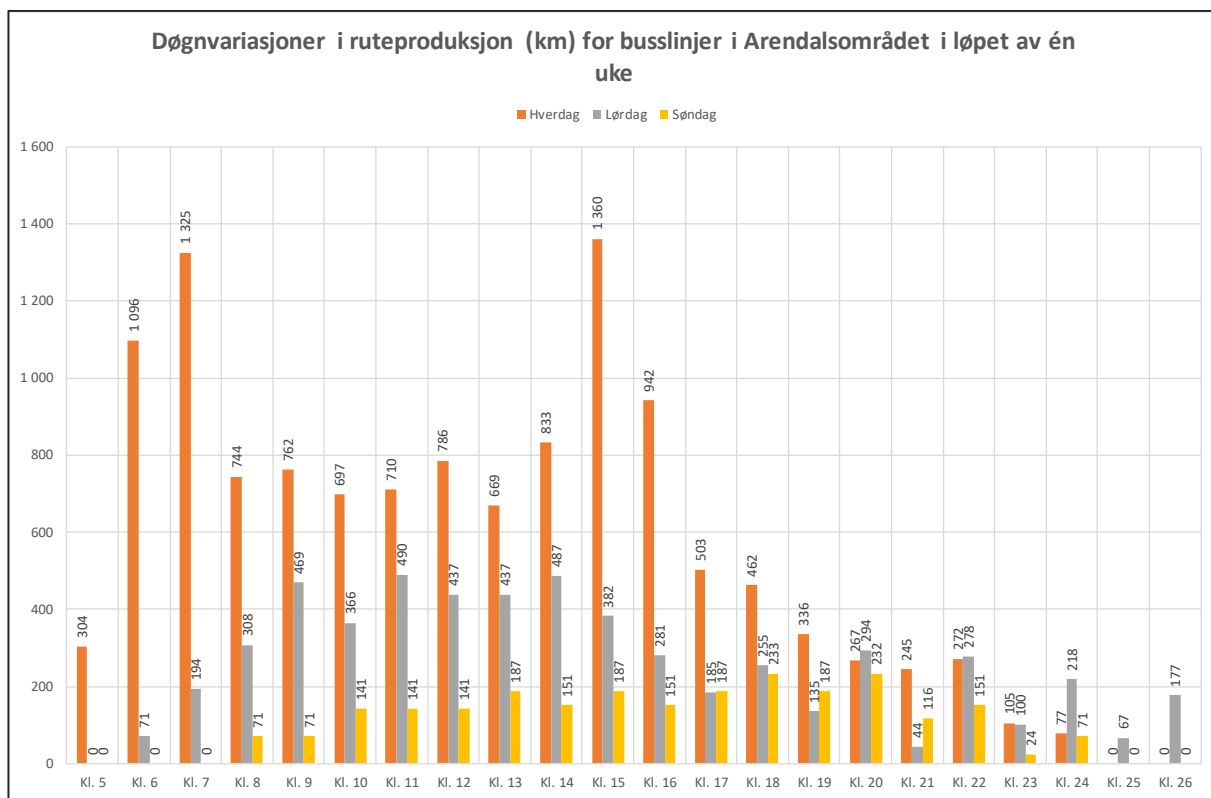
AVGANGER					
LINJE	Hverdag	Lørdag	Søndag	Sum uke	Andel uke
100	65	31	28	384	15 %
100D	10			50	2 %
100E	7			35	1 %
101	106	52	12	596	24 %
102	34	17		187	7 %
103	43	25		240	9 %
110	30	24	5	179	7 %
111	29	23	5	173	7 %
112	31	19	5	179	7 %
113	20			100	4 %
114	21			105	4 %
115	7			35	1 %
120	5			25	1 %
125	32	9		167	7 %
126	8			40	2 %
150					
151					
175	4	2	2	26	1 %
100N					
101N		8		8	0 %
110N		1		1	0 %
125N		2		2	0 %
Sum	452	213	57	2 532	100 %
Andel	89 %	8 %	2 %	100 %	

Tabell V.11: Ruteproduksjon (km) for busslinjer i Arendal i løpet av én uke (september 2017).

KJØRETID					
LINJE	Hverdag	Lørdag	Søndag	Sum uke	Andel uke
100	4 357	2 187	1 975	25 948	37 %
100D	608			3 040	4 %
100E	446			2 232	3 %
101	2 651	1 147	142	14 547	21 %
102	1 056	615		5 897	8 %
103	897	483		4 966	7 %
110	313	250	53	1 865	3 %
111	287	228	50	1 713	2 %
112	347	213	56	2 005	3 %
113	274			1 370	2 %
114	57			284	0 %
115	50			249	0 %
120	99			497	1 %
125	521	144		2 751	4 %
126	167			837	1 %
150					
151					
175	365	164	164	2 150	3 %
100N					
101N		194		194	0 %
110N		11		11	0 %
125N		40		40	0 %
Sum	12 496	5 673	2 439	70 591	100 %
Andel	89 %	8 %	3 %	100 %	



Figur V.10: Variasjoner i antall bussavganger over døgnet i Arendal i løpet av én uke (september 2017).



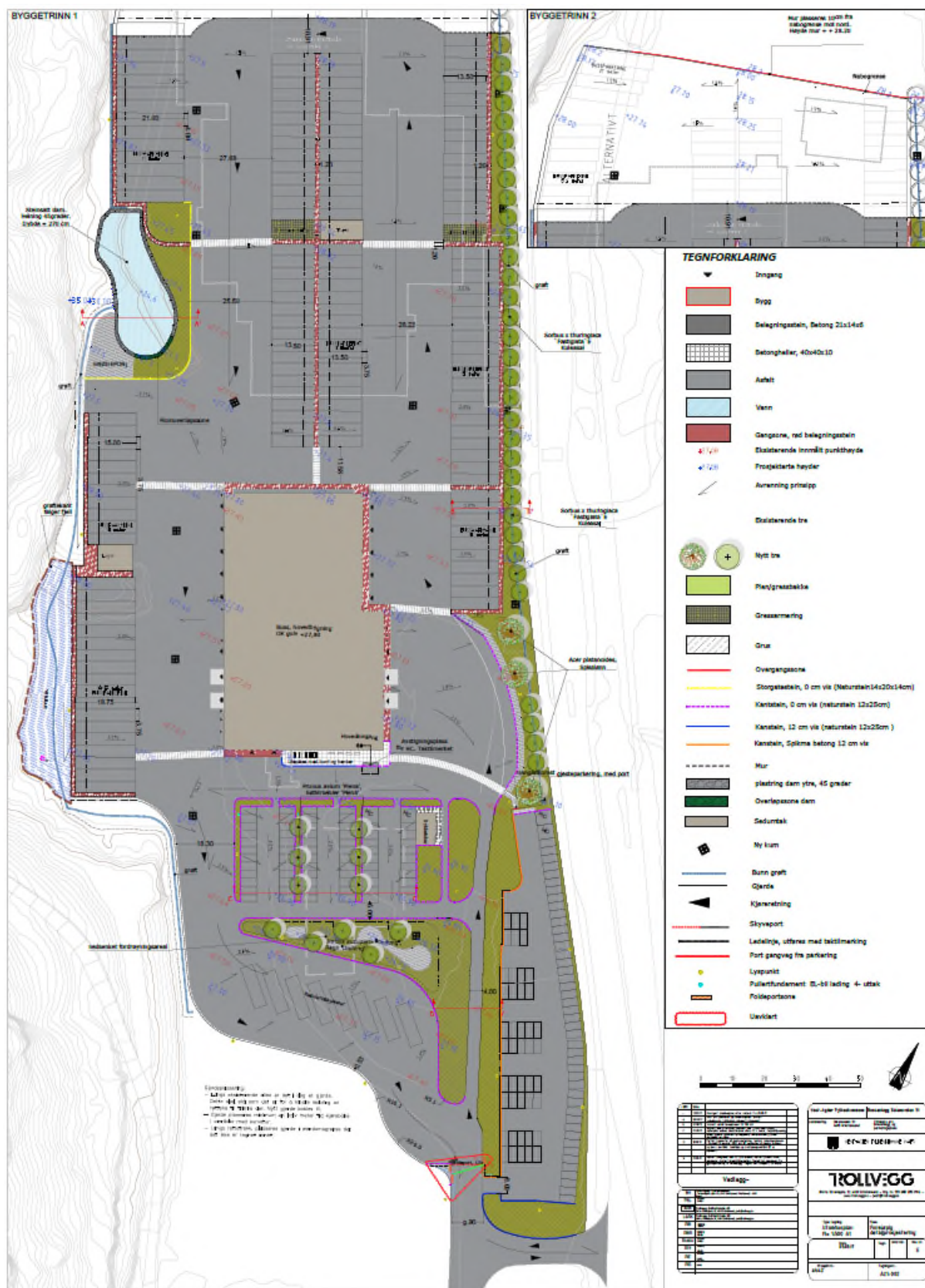
Figur V.11: Variasjoner i ruteproduksjon (km) over døgnet i Arendal i løpet av én uke (september 2017).

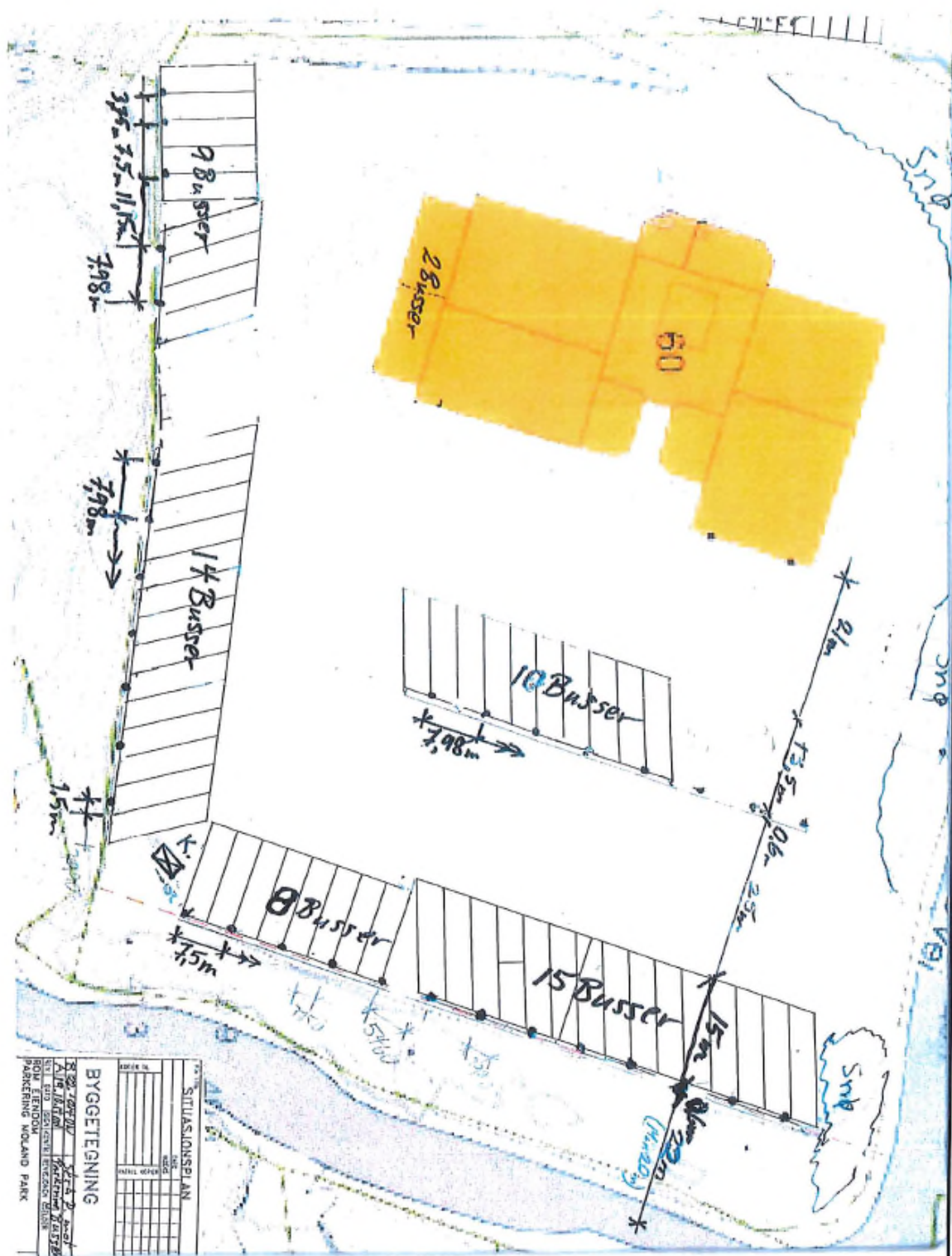
Tabell V.12: Driftskostnader (kr) for busstilbudet i Arendal (én uke i september og året 2017).

Tabell V.13: Energiforbruk (liter biodiesel) for busstilbudet i Arendal (én uke i september og året 2017).

DRIFTS-KR					ENERGI				
LINJE	Hverdag	Lørdag	Søndag	Sum uke	Sum år	LINJE	Hverdag	Lørdag	Søndag
100	164 144	81 488	72 667	974 872	48 743 600	100	1 707	851	763
100D	24 638			123 190	6 159 500	100D	249		
100E	18 692			93 458	4 672 900	100E	187		
101	102 421	42 968	5 214	560 286	28 014 300	101	1 054	448	55
102	41 134	22 997		228 664	11 433 200	102	422	240	
103	34 573	18 201		191 066	9 553 300	103	356	189	
110	11 781	9 132	1 943	69 980	3 499 000	110	122	96	20
111	10 841	8 366	1 832	64 400	3 220 000	111	113	88	19
112	13 048	7 784	2 072	75 096	3 754 800	112	136	82	22
113	10 686			53 430	2 671 500	113	110		
114	2 201			11 003	550 100	114	23		
115	1 780			8 898	444 900	115	19		
120	4 095			20 475	1 023 800	120	41		
125	20 260	5 023		106 325	5 316 200	125	208	54	
126	6 346			31 728	1 586 400	126	66		
150						150			
151						151			
175	14 420	5 723	5 723	83 543	4 177 100	175	147	61	61
100N						100N			
101N		6 773		6 773	338 600	101N		73	
110N		371		371	18 600	110N		4	
125N		1 393		1 393	69 700	125N		15	
Sum	481 056	210 216	89 450	2 704 946	135 247 500	Sum	4 959	2 200	940
Andel	89 %	8 %	3 %	100 %		Andel	89 %	8 %	3 %

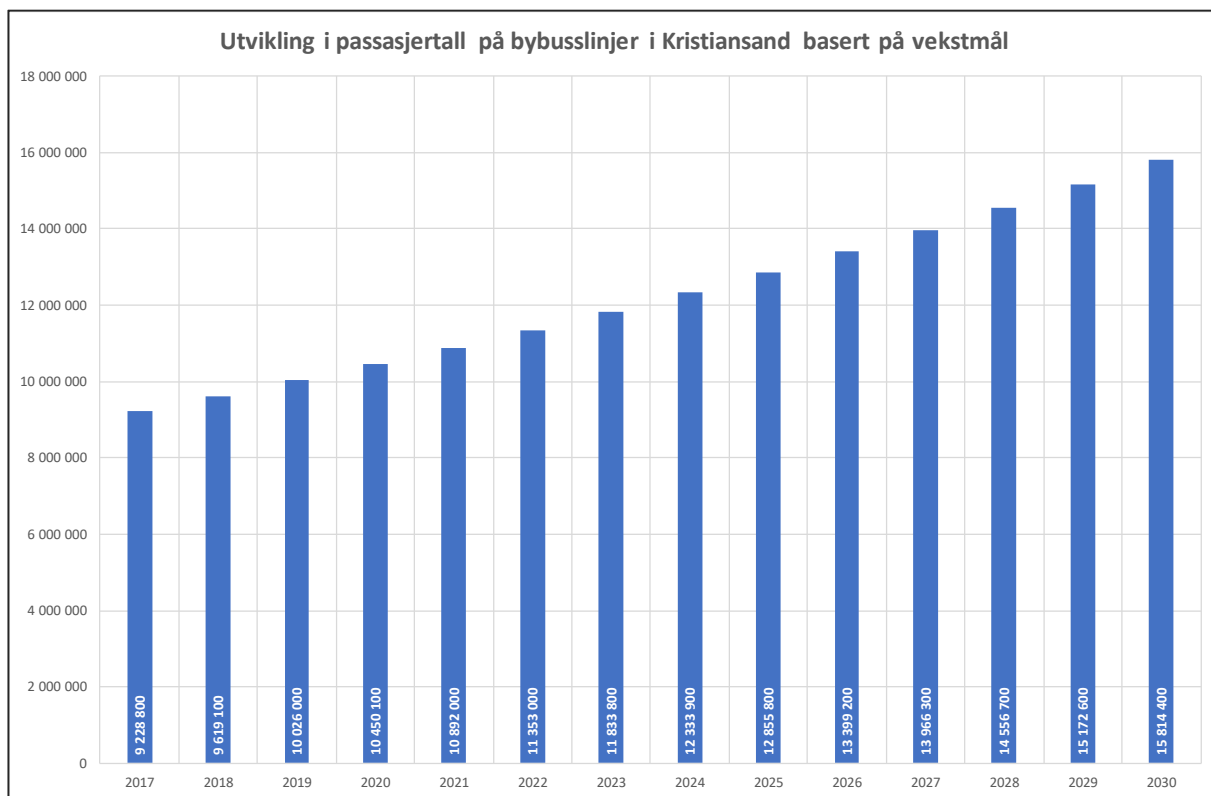
Vedlegg 5: Skisser av bussdepot



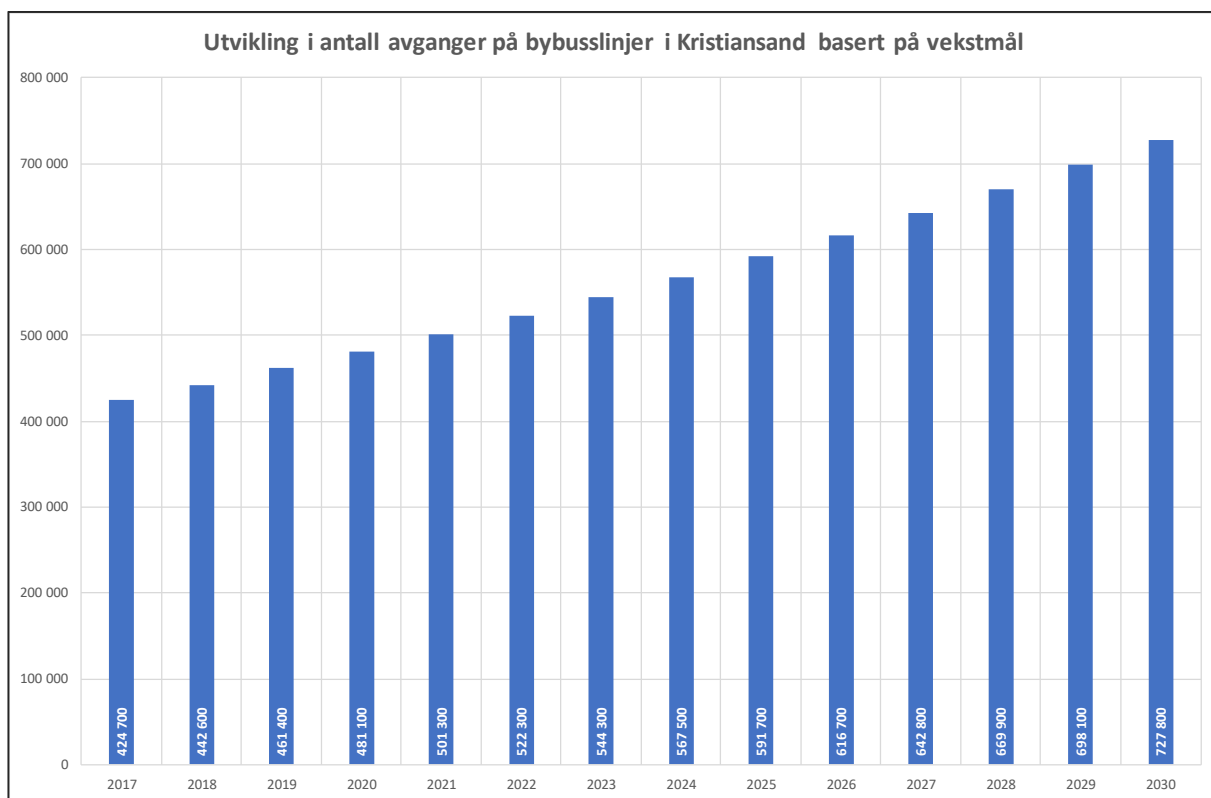


Figur V.13: Bussdepotet i Arendal.

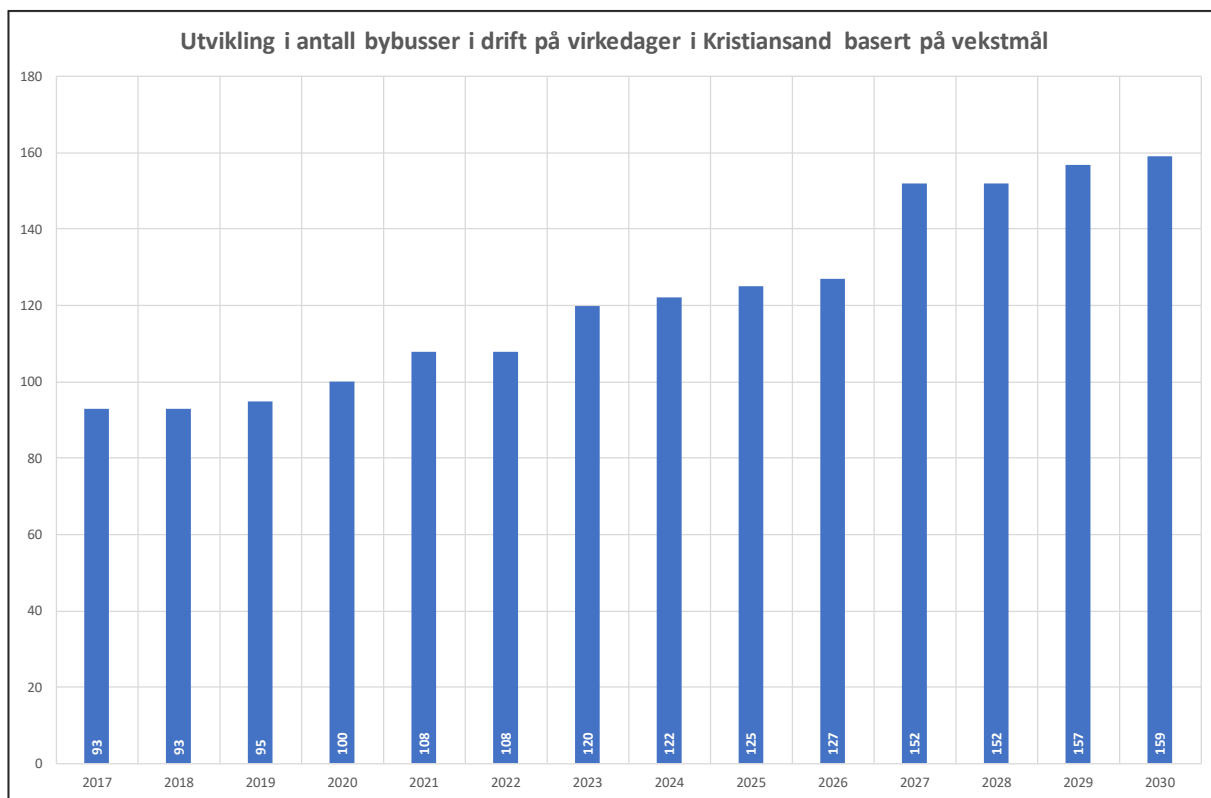
Vedlegg 6: Utvikling av kollektivtilbudet i Kristiansand basert på vekstmål



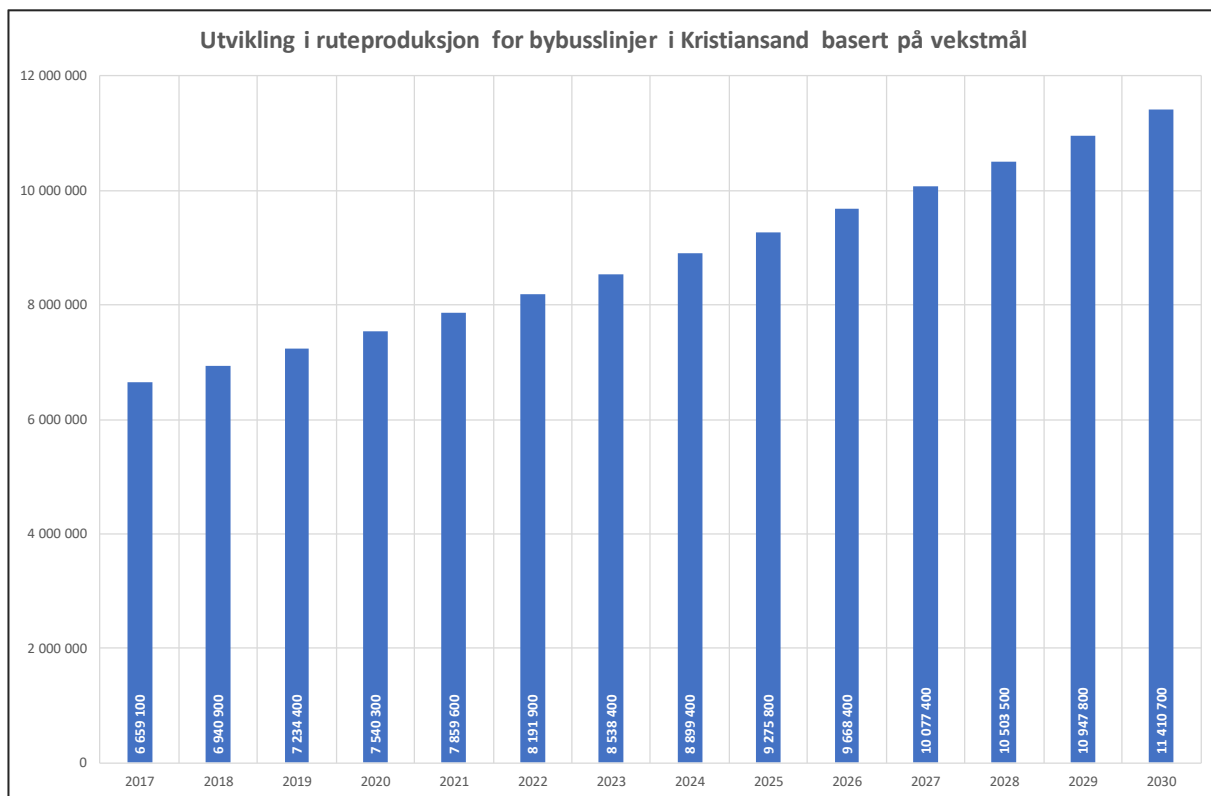
Figur V.14: Utvikling i årlige passasjertall på bybusslinjer i Kristiansand basert på vekstmål (2017-2030).



Figur V.15: Utvikling i antall årlige avganger for bybusslinjer i Kristiansand basert på vekstmål (2017-2030).

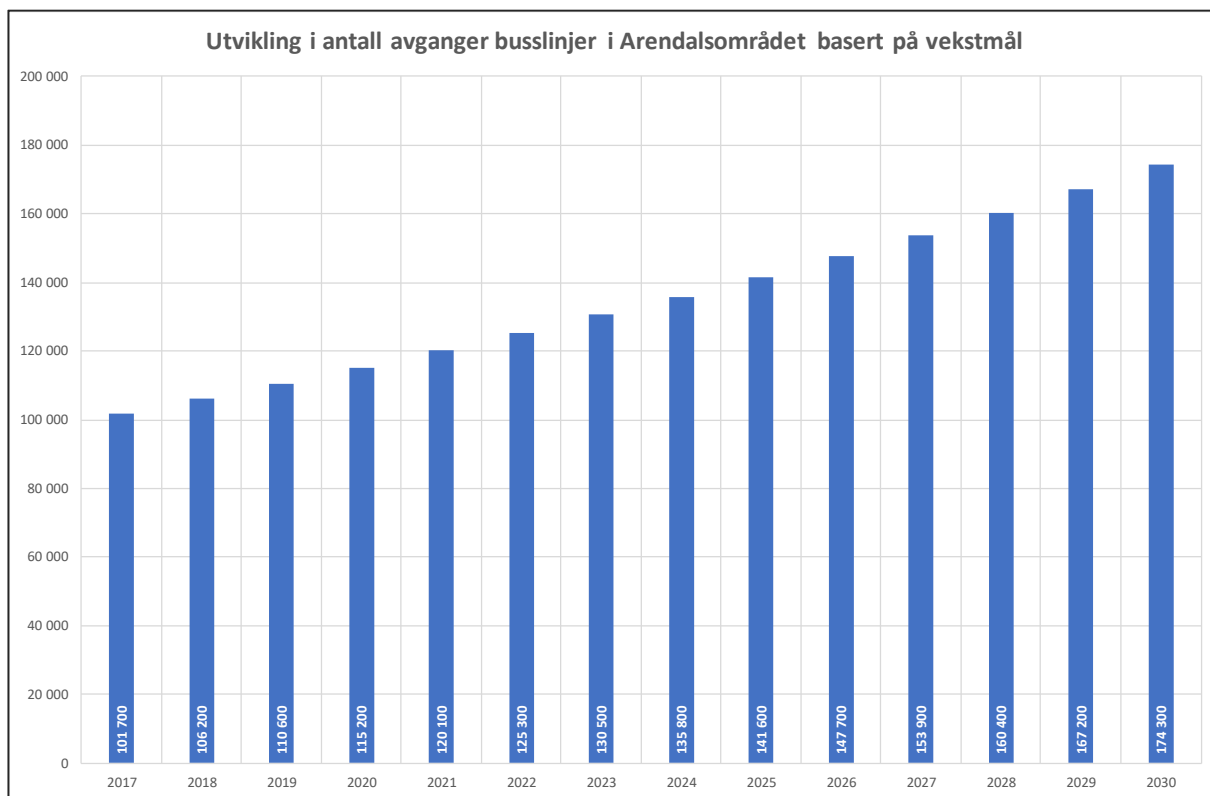


Figur V.16: Utvikling i antall bybusser i drift på virkedager i Kristiansand basert på vekstmål (2017-2030).

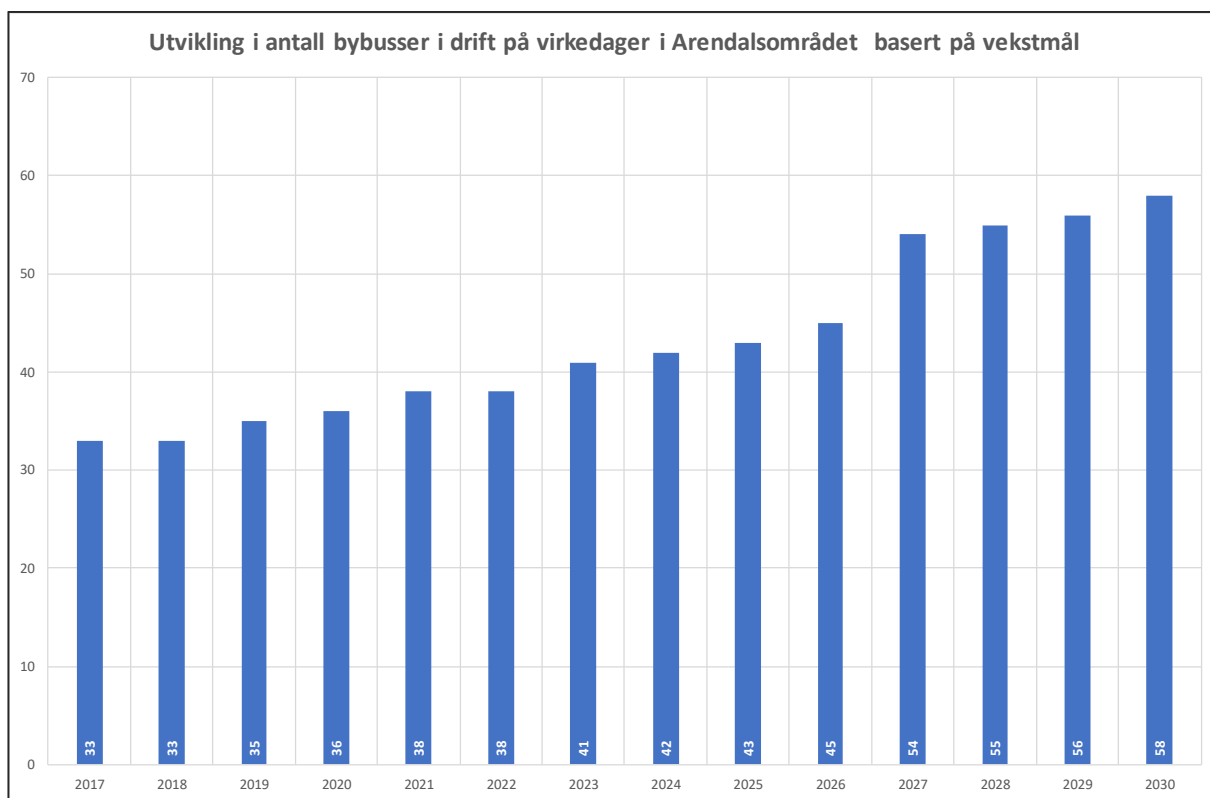


Figur V.17: Utvikling i årlig ruteproduksjon (km) for bybusslinjer i Kristiansand basert på vekstmål (2017-2030).

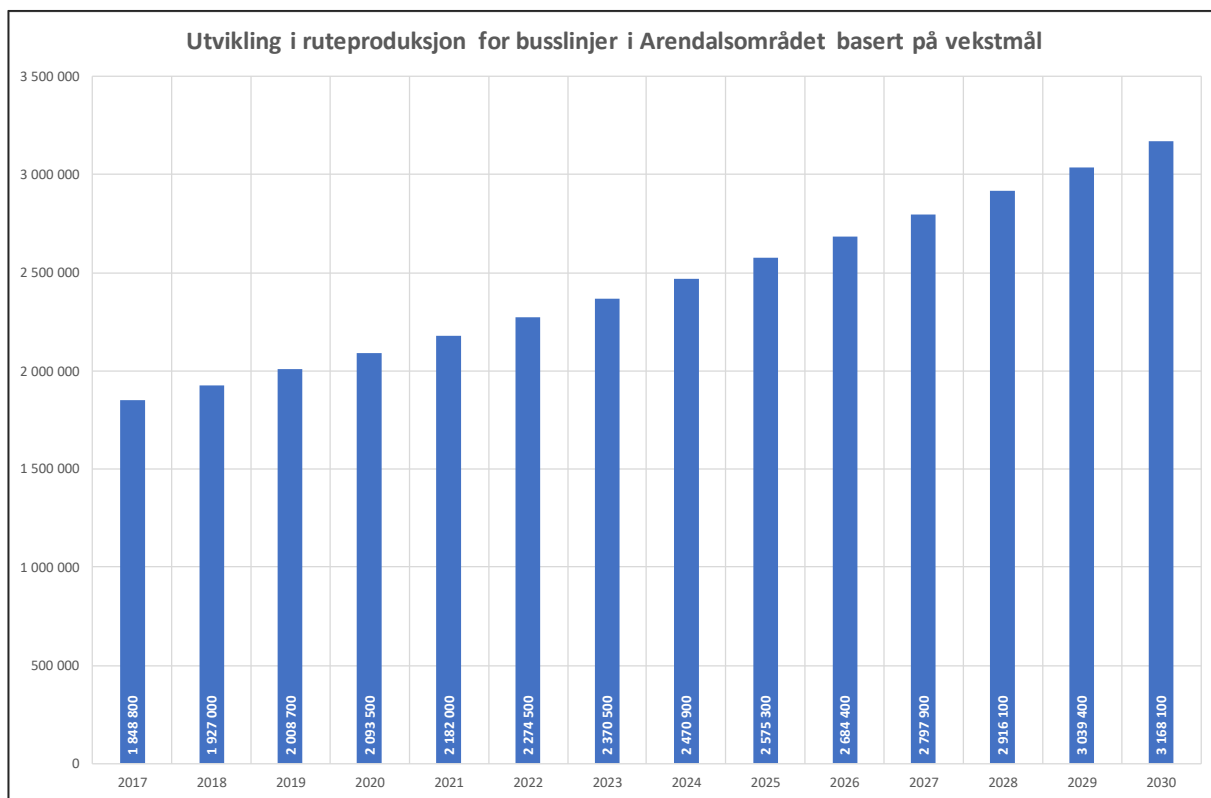
Vedlegg 7: Utvikling av kollektivtilbudet i Arendal basert på vekstmål



Figur V.18: Utvikling i antall årlige avganger for bybusslinjer i Arendal basert på vekstmål (2017-2030).



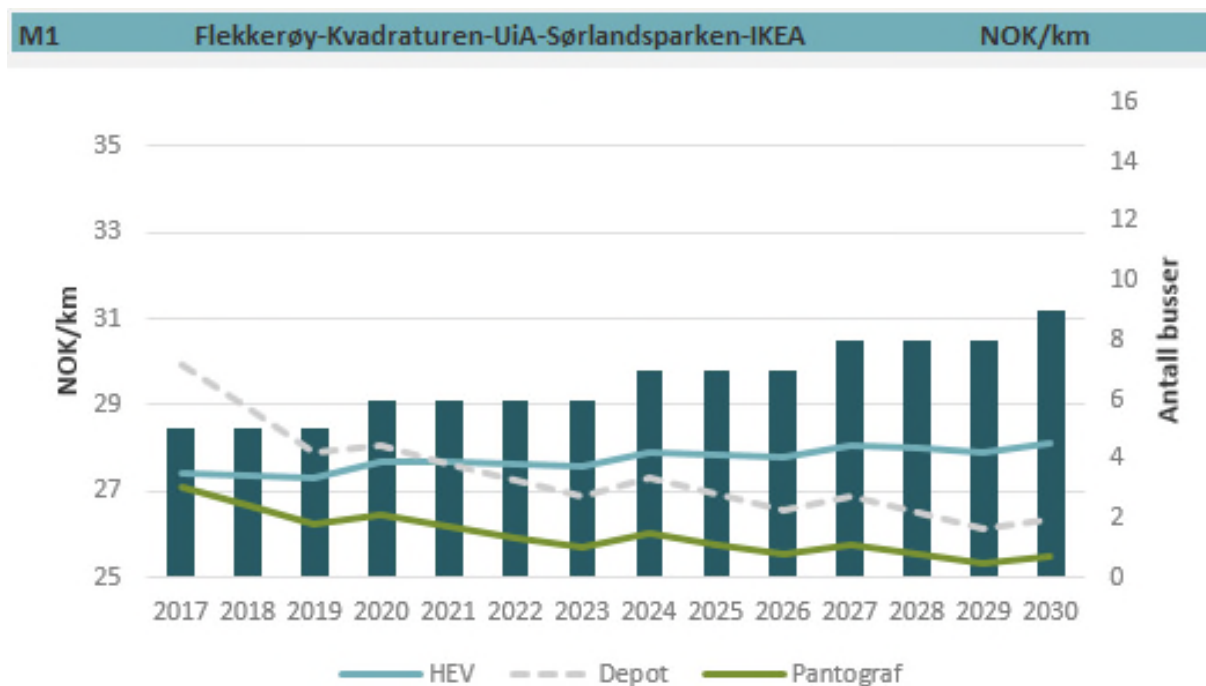
Figur V.19: Utvikling i antall bybusser i drift på virkedager i Arendal basert på vekstmål (2017-2030).



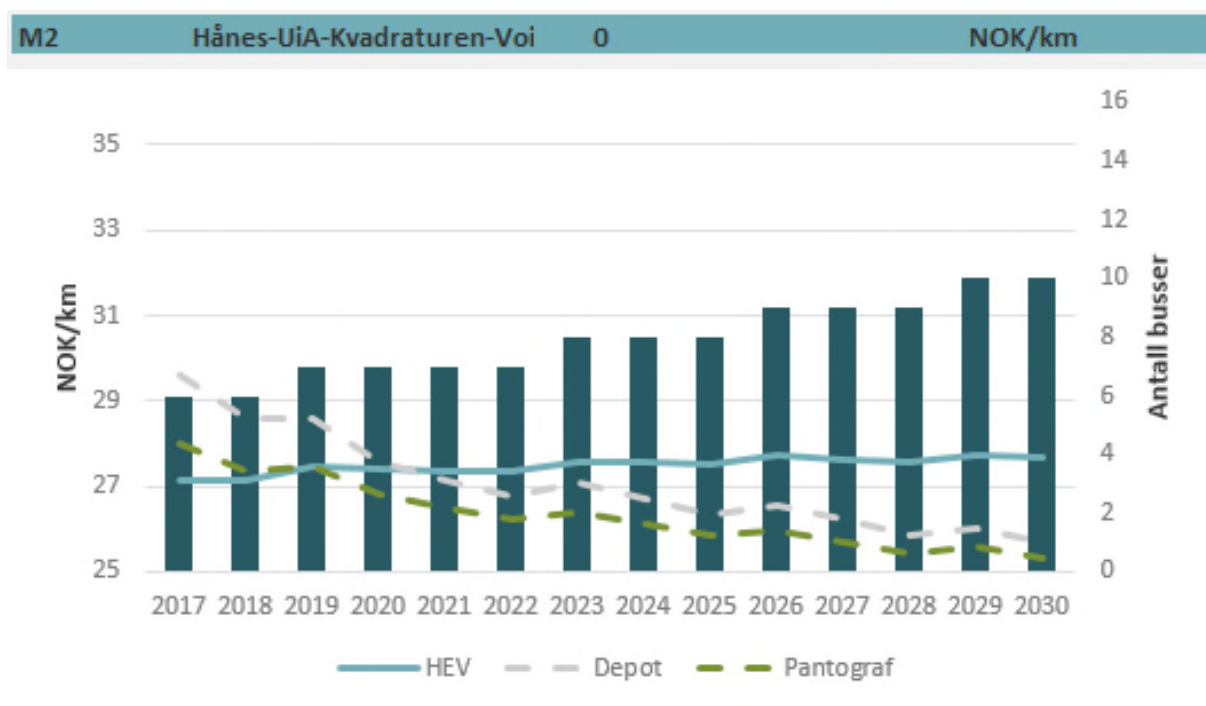
Figur V.20: Utvikling i årlig ruteproduksjon (km) for bybusslinjer i Arendal basert på vekstmål (2017-2030).

Vedlegg 8: Utdypende resultater for kostnadsutvikling ved elektrifisering

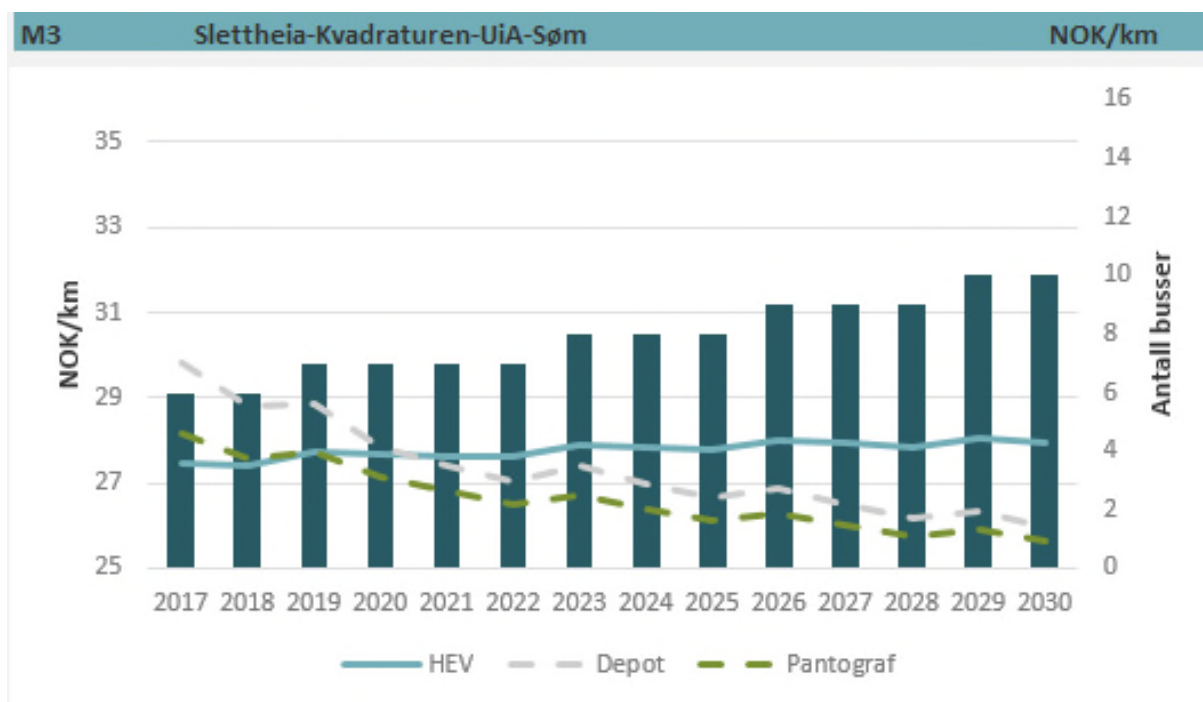
Kristiansand:



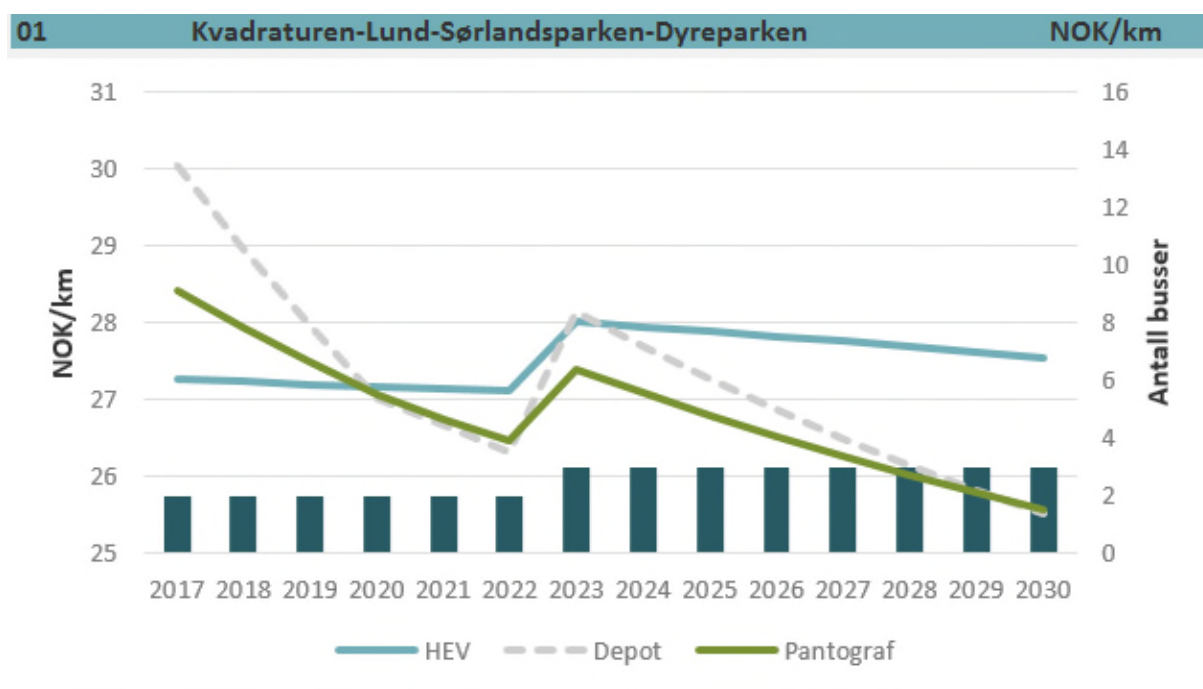
Figur V.21: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje M1: Flekkerøy-Kvadraturen-UiA-Sørlandsparken-IKEA, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



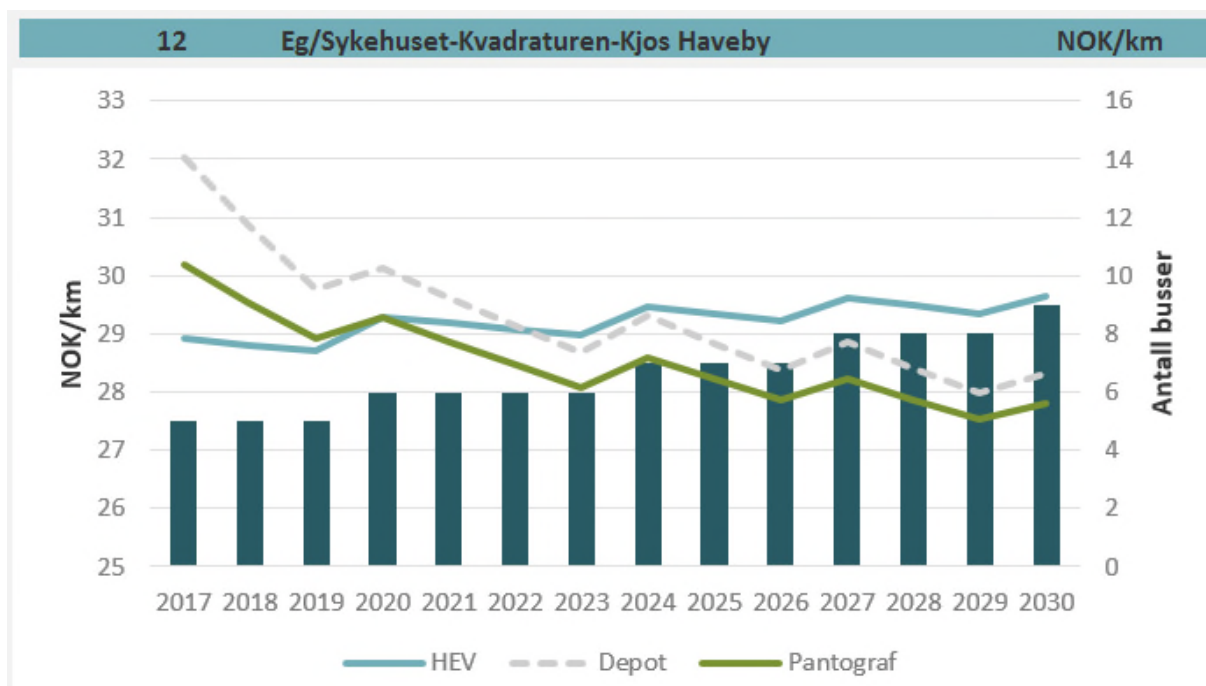
Figur V.22: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje M2: Hånes-UiA-Kvadraturen-Voi, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



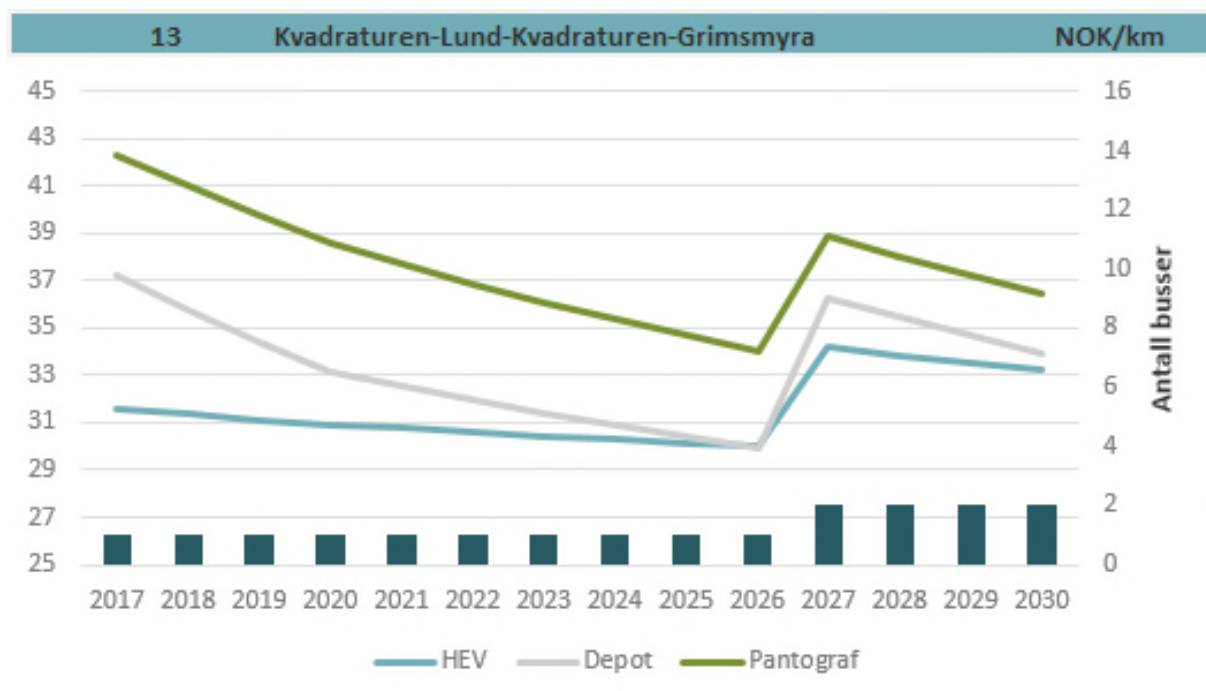
Figur V.23: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje M3: Slettheia-Kvadraturen-UiA-Søm, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



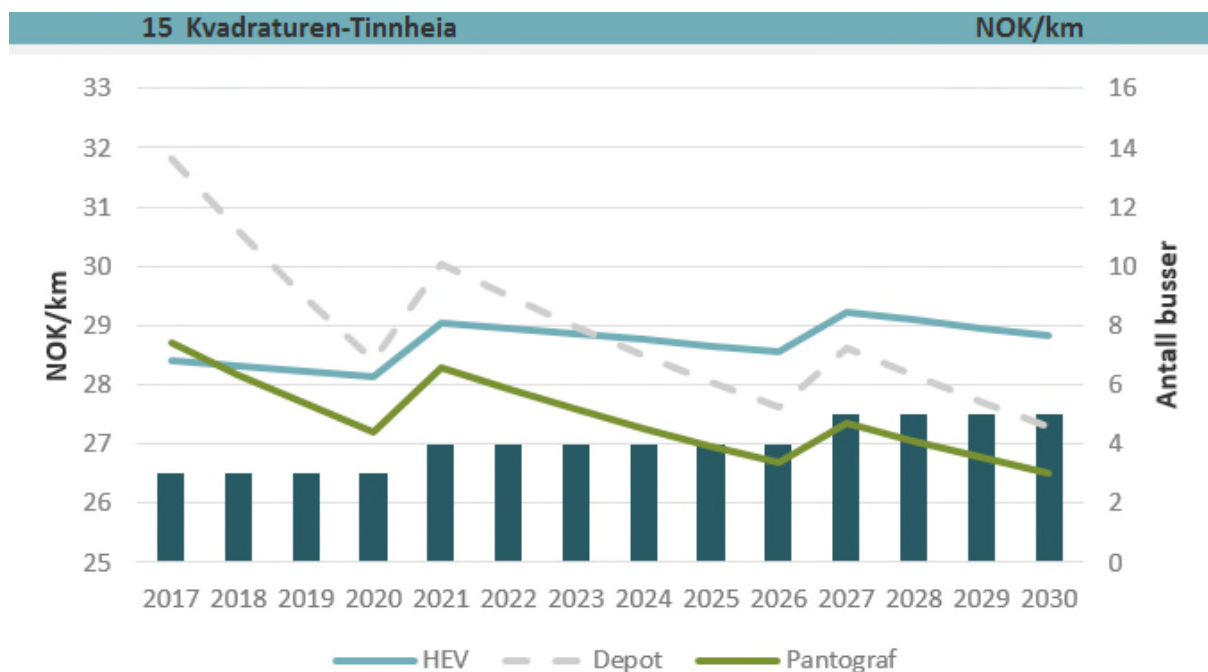
Figur V.24: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 01: Kvadraturen-Lund-Sørlandsparken-Dyreparken, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



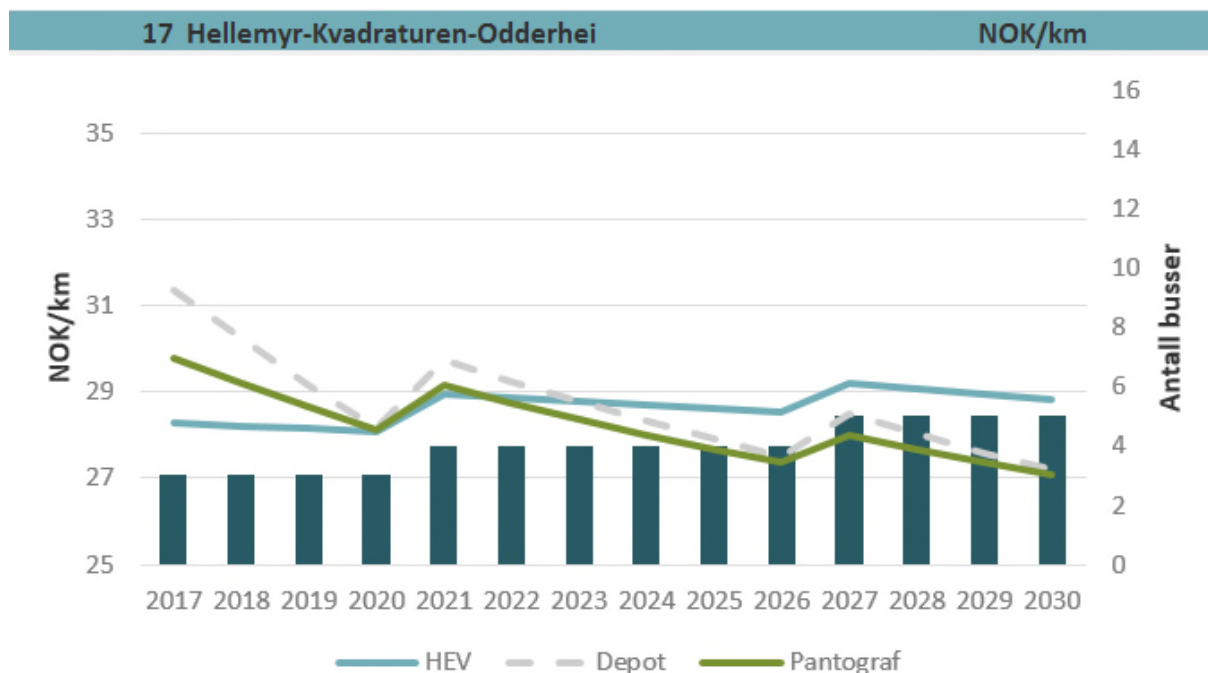
Figur V.25: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 12: Eg/Sykehuset-Kvadraturen-Kjos Haveby, sammen med buss-behovet i investeringsåret.



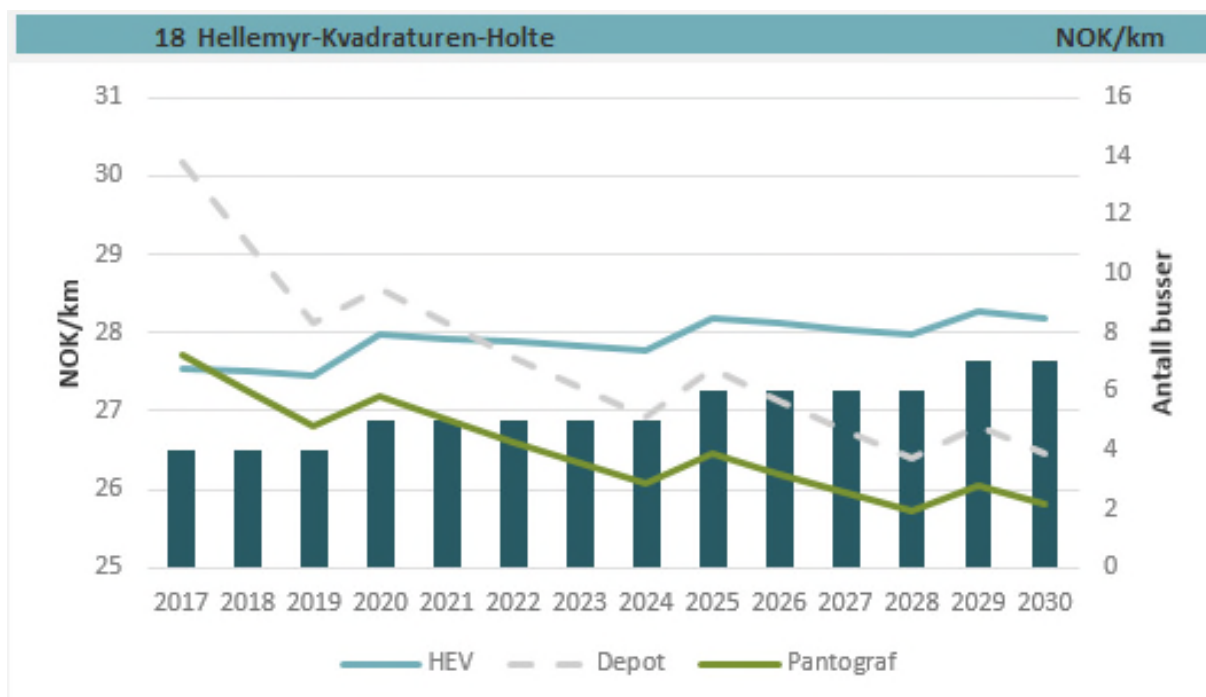
Figur V.26: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 13: Kvadraturen-Lund-Kvadraturen-Grimsmyrå, sammen med buss-behovet i investeringsåret.



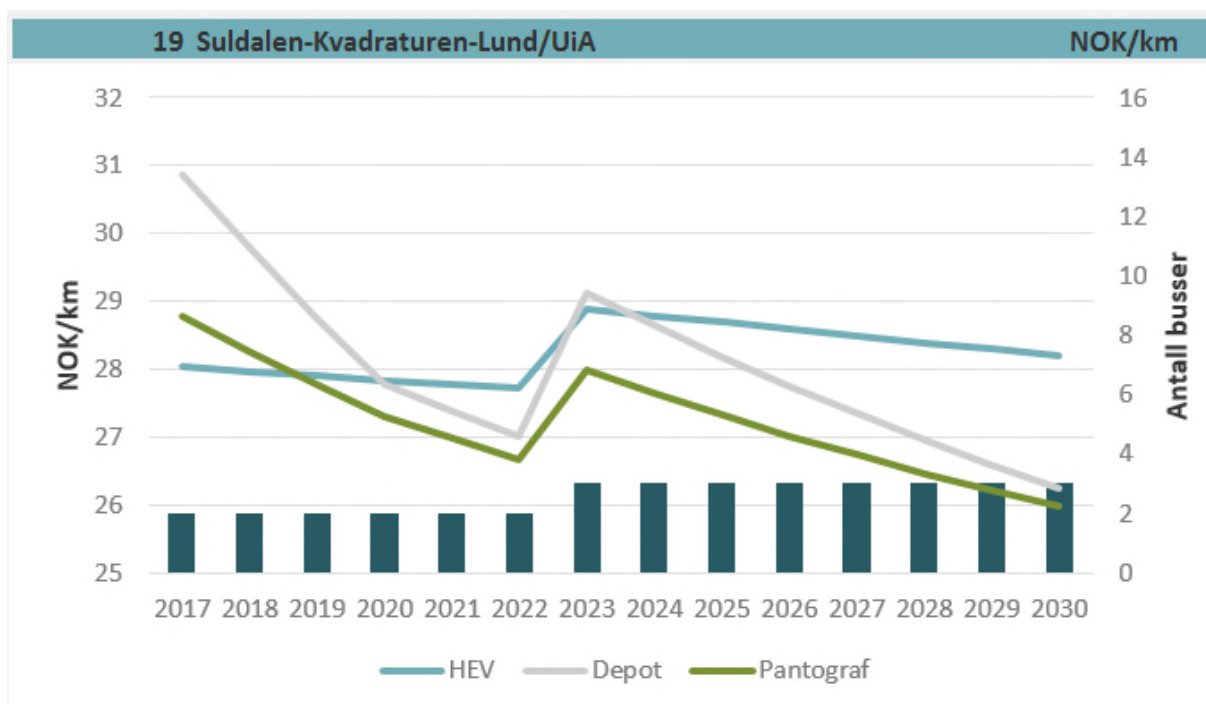
Figur V.27: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 15: Kvadraturen-Tinnheia, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



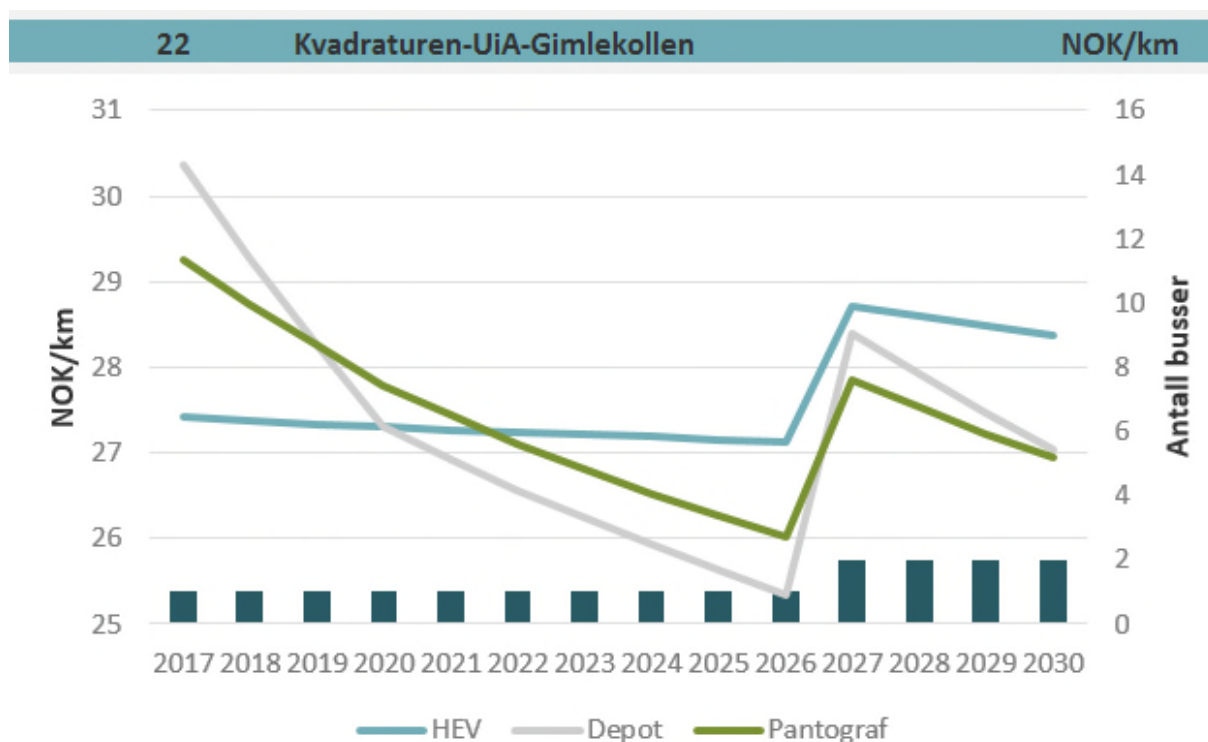
Figur V.28: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 17: Hellemyr-Kvadraturen-Odderhei, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



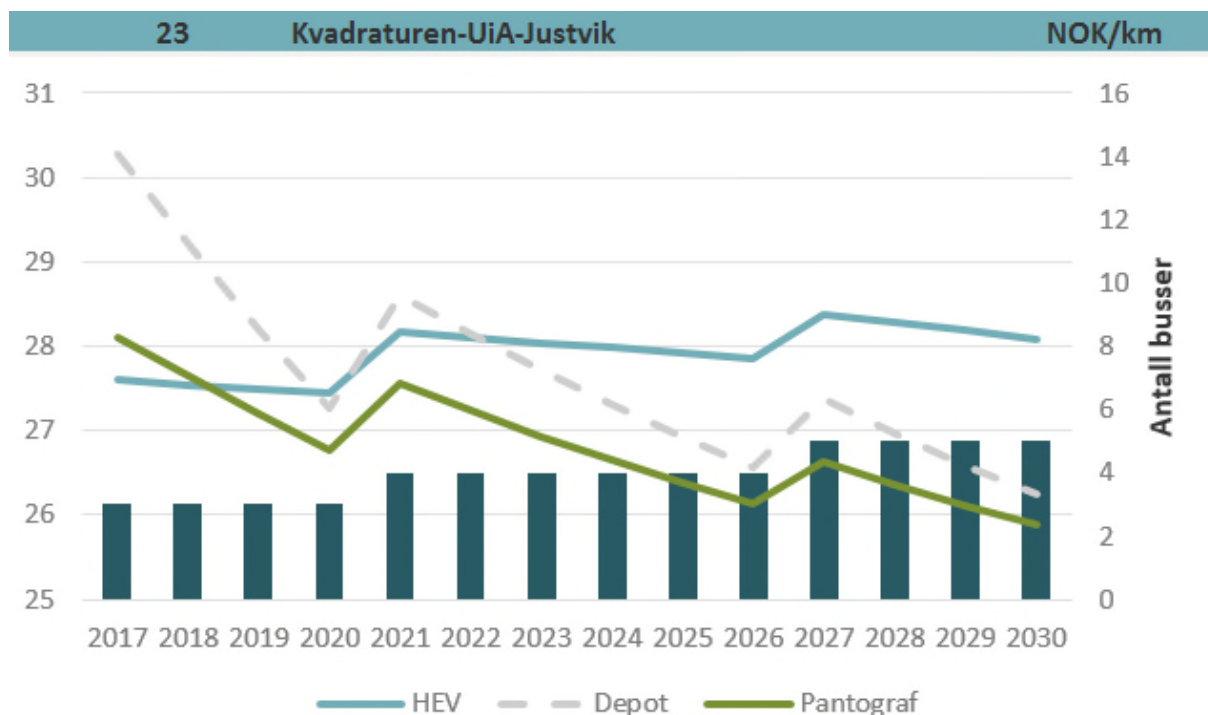
Figur V.29: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 18: Hellemyr-Kvadraturen-Holte, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



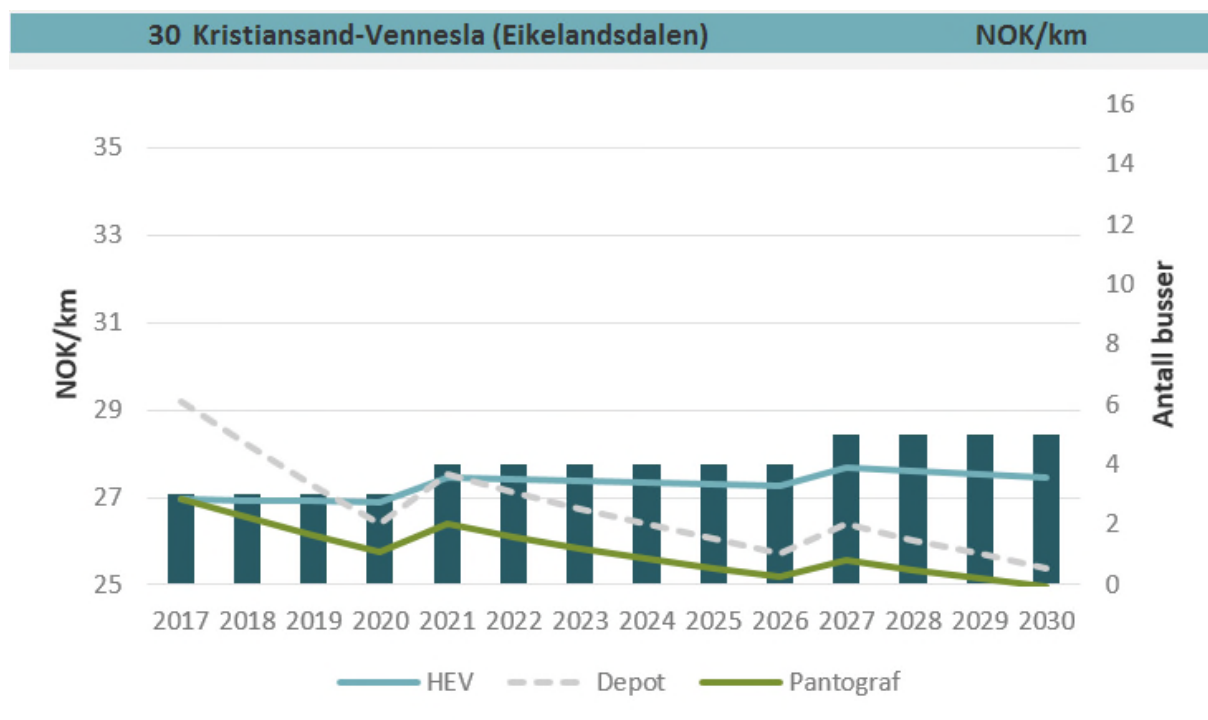
Figur V.30: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 19: Suldalen-Kvadraturen-Lund/UiA, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



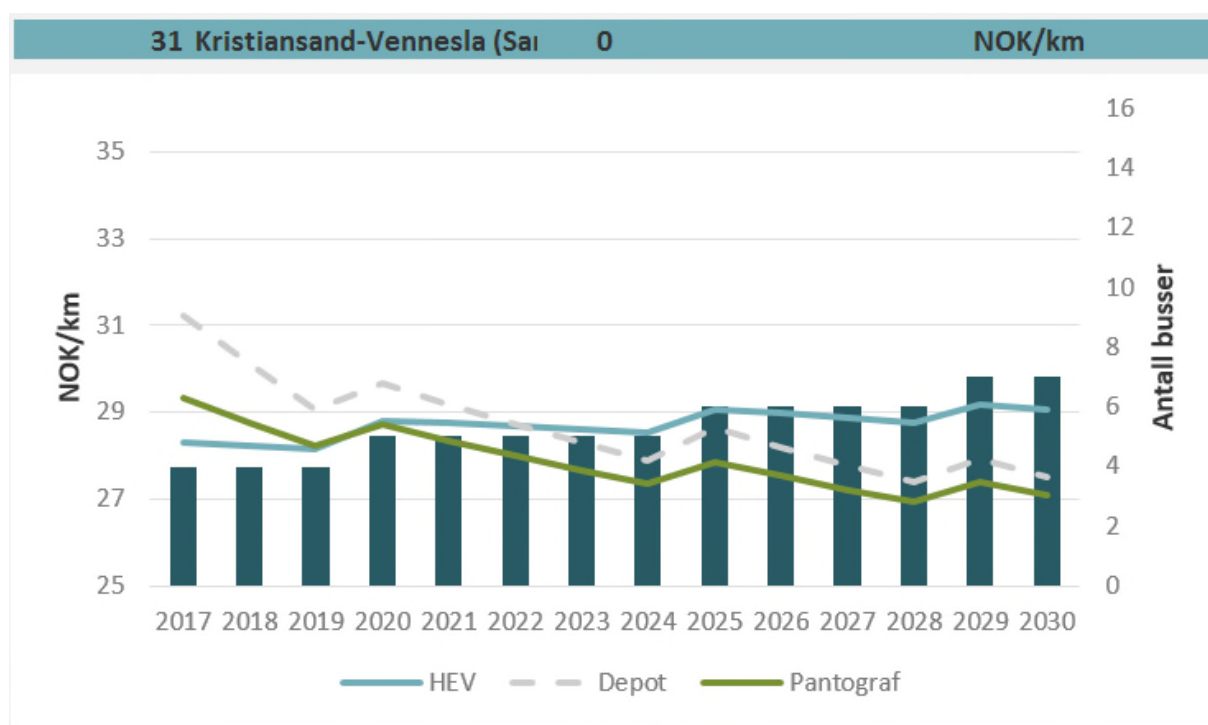
Figur V.31: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 22: Kvadraturen-UiA-Gimlekollen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



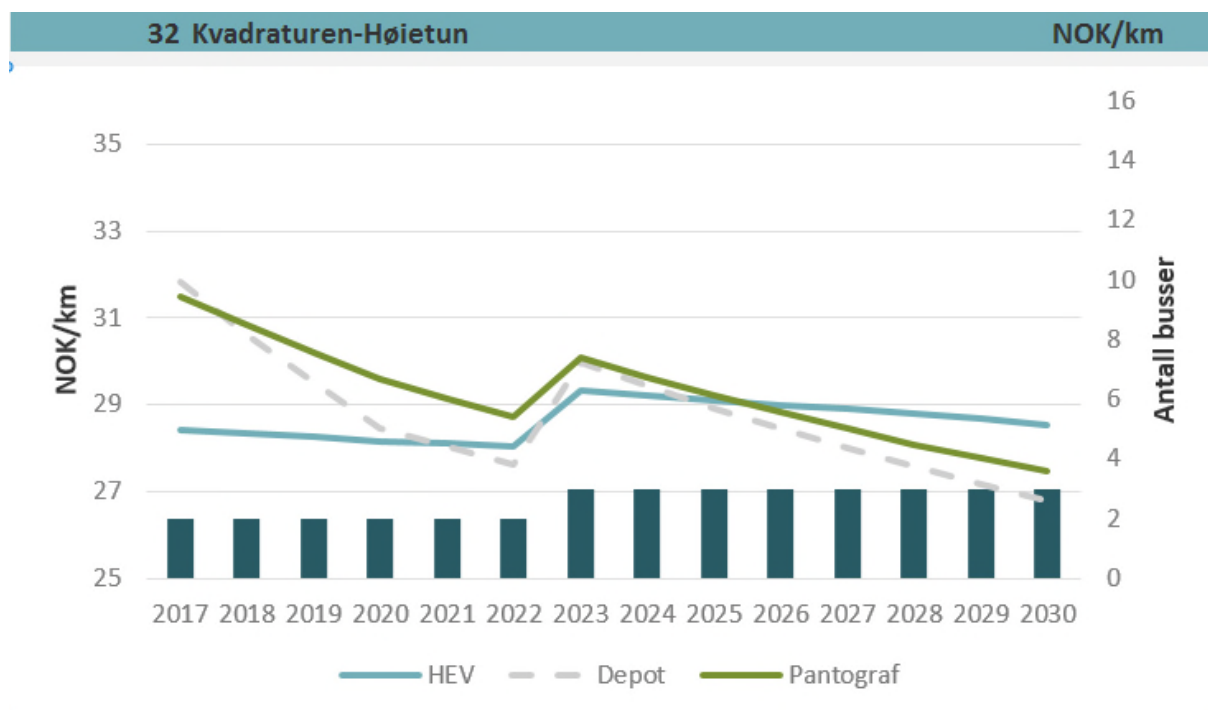
Figur V.32: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 23: Kvadraturen-UiA-Justvik, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



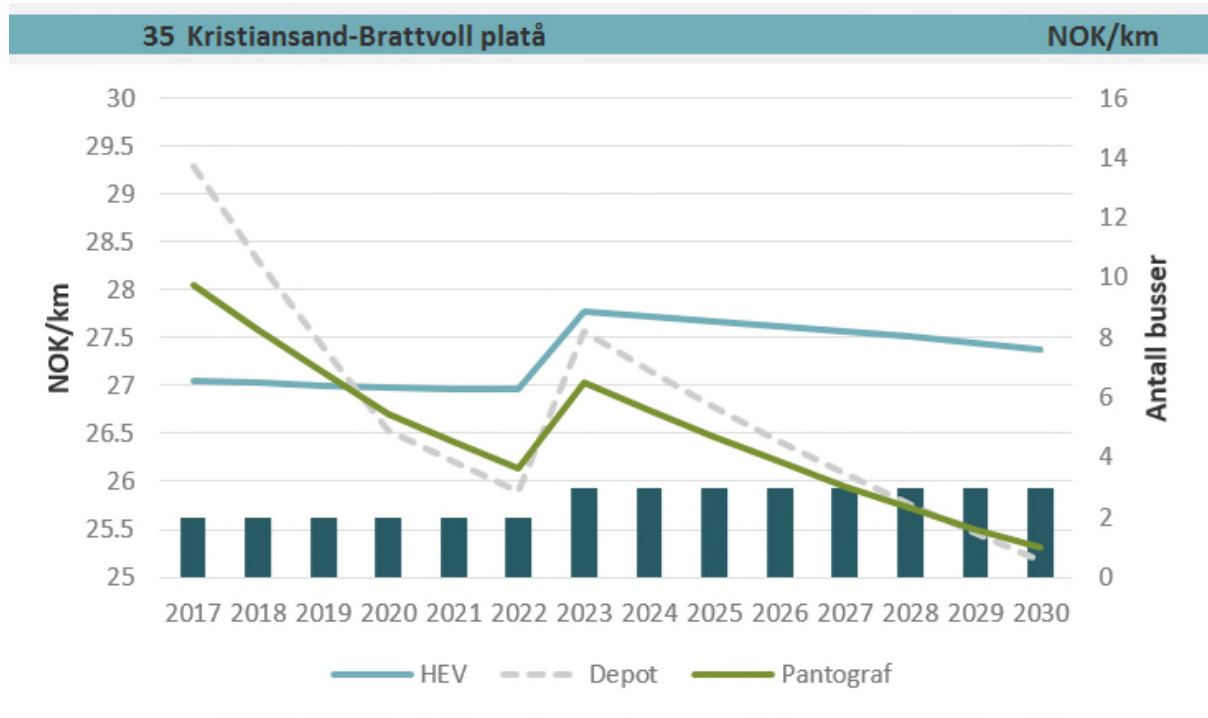
Figur V.33: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 30: Kristiansand-Vennesla (Eikelandsdalen), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



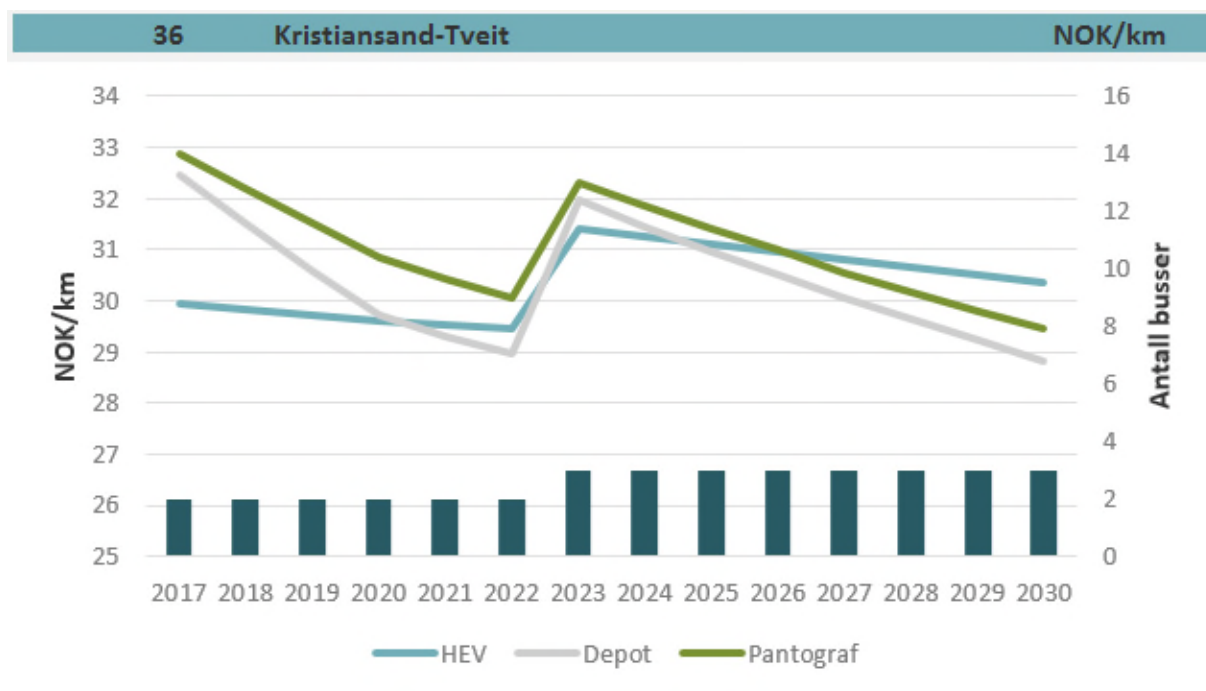
Figur V.34: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 31: Kristiansand-Vennesla (Samkom), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



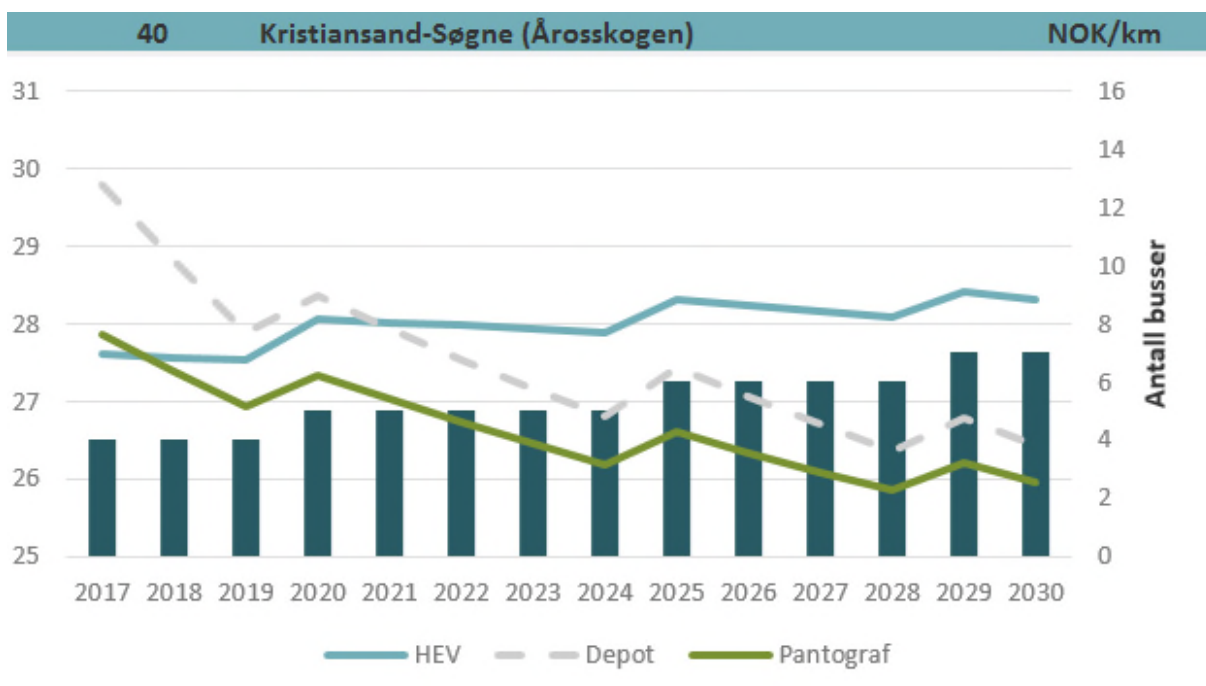
Figur V.35: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 32: Kvadraturen-Høietun, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



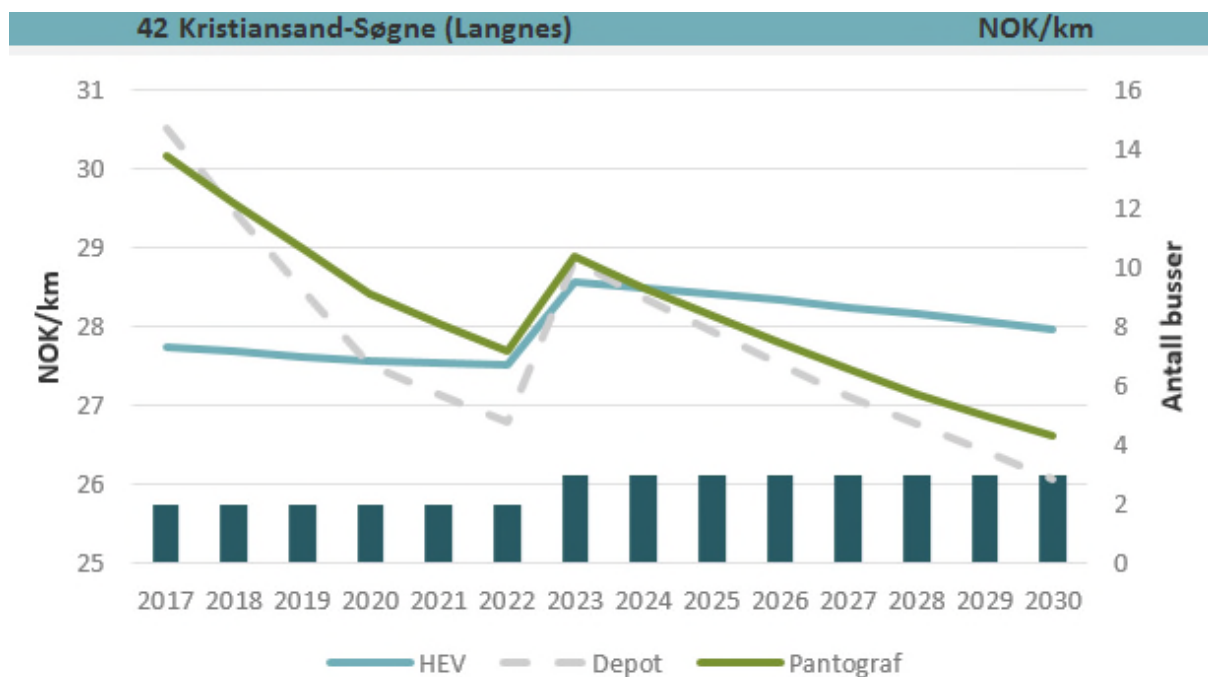
Figur V.36: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 35: Kristiansand-Brattvoll platå, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



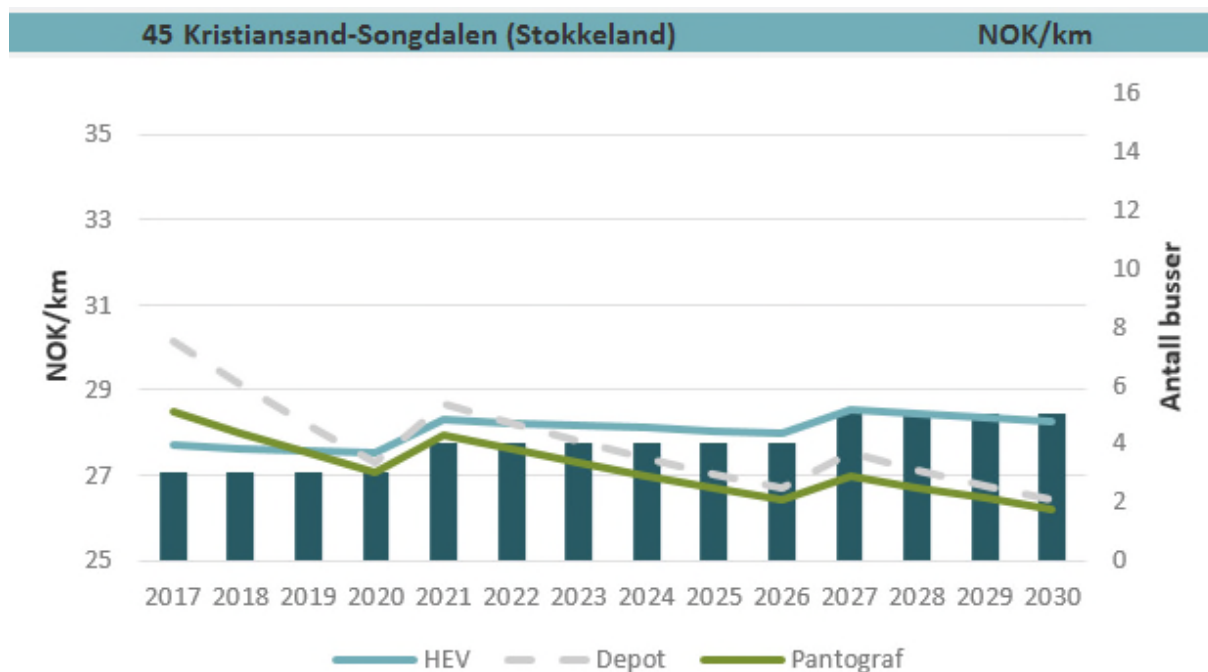
Figur V.37: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 36: Kristiansand-Tveit, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



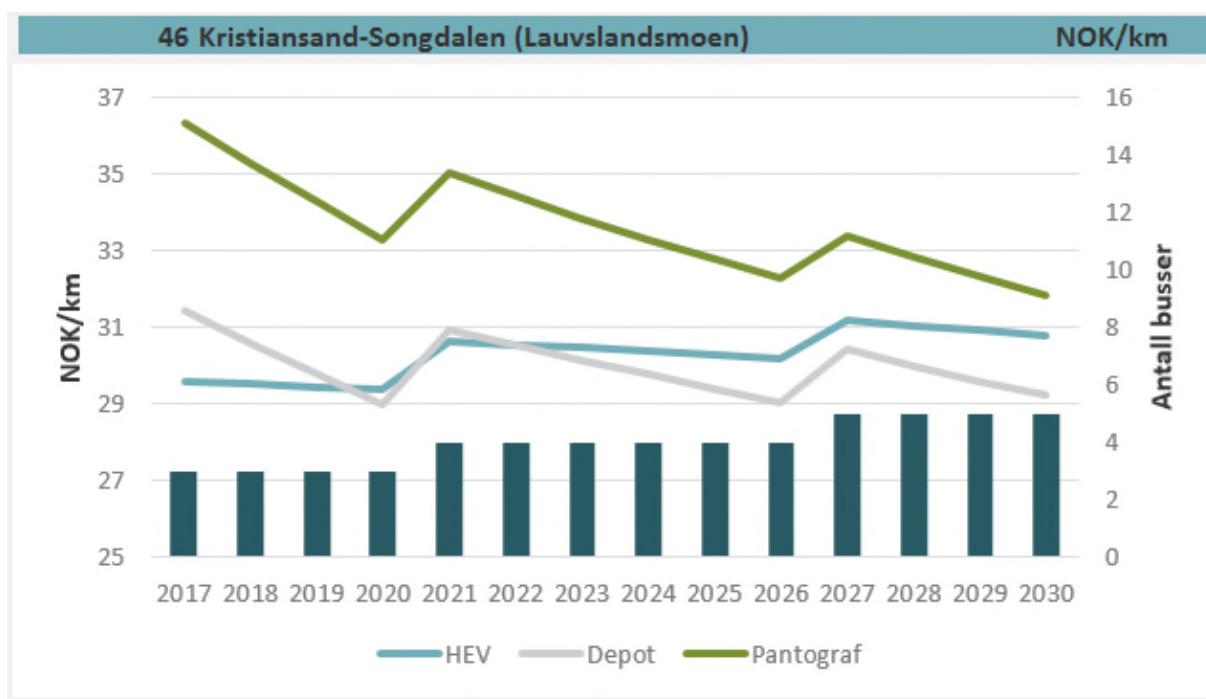
Figur V.38: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 40: Kristiansand-Søgne (Årosskogen), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



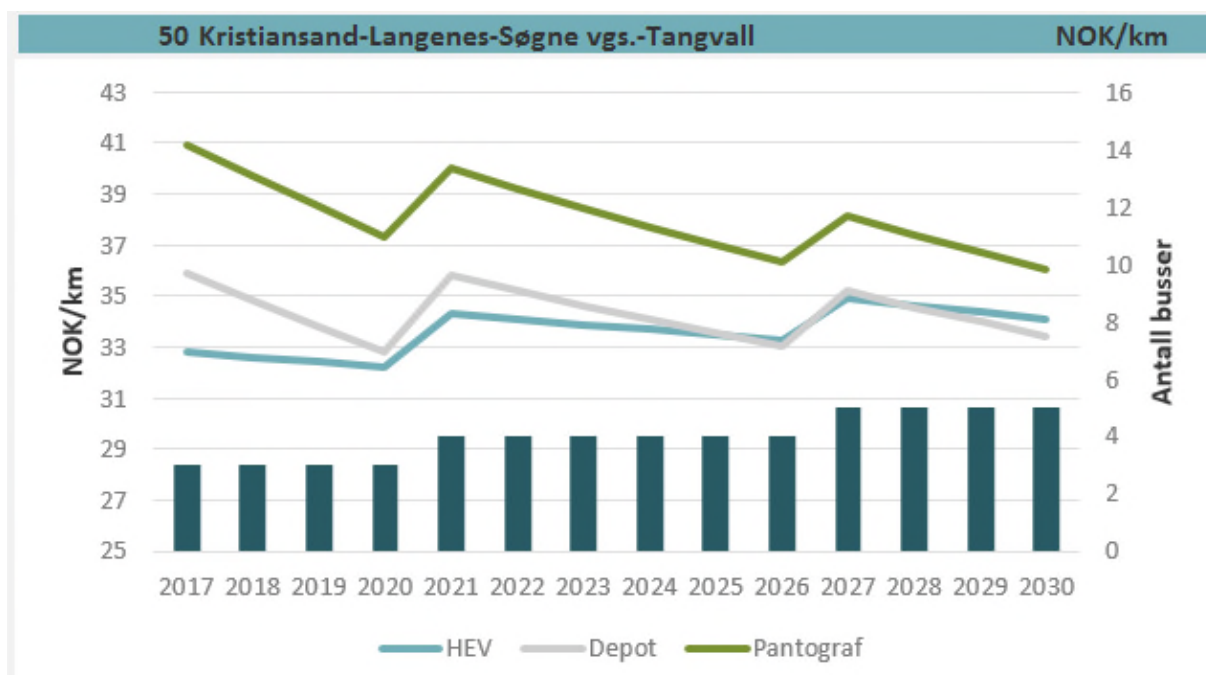
Figur V.39: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 42: Kristiansand-Søgne (Langnes), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



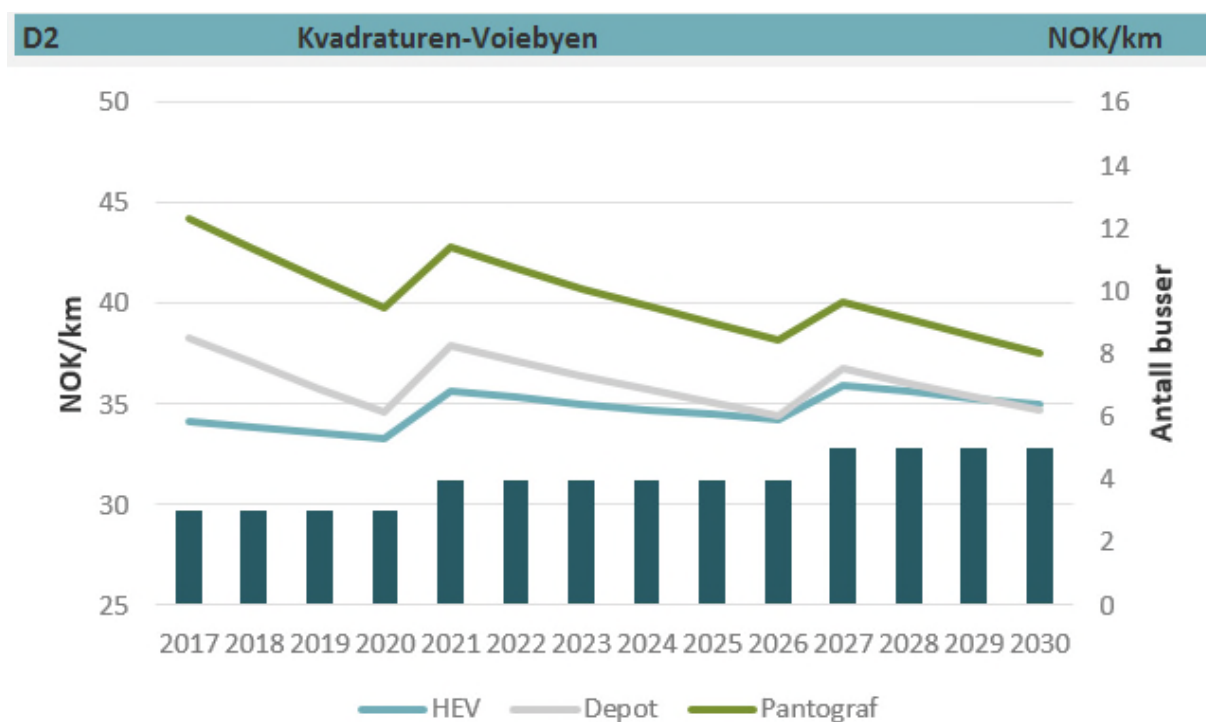
Figur V.40: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 45: Kristiansand-Songdalen (Stokkeland), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



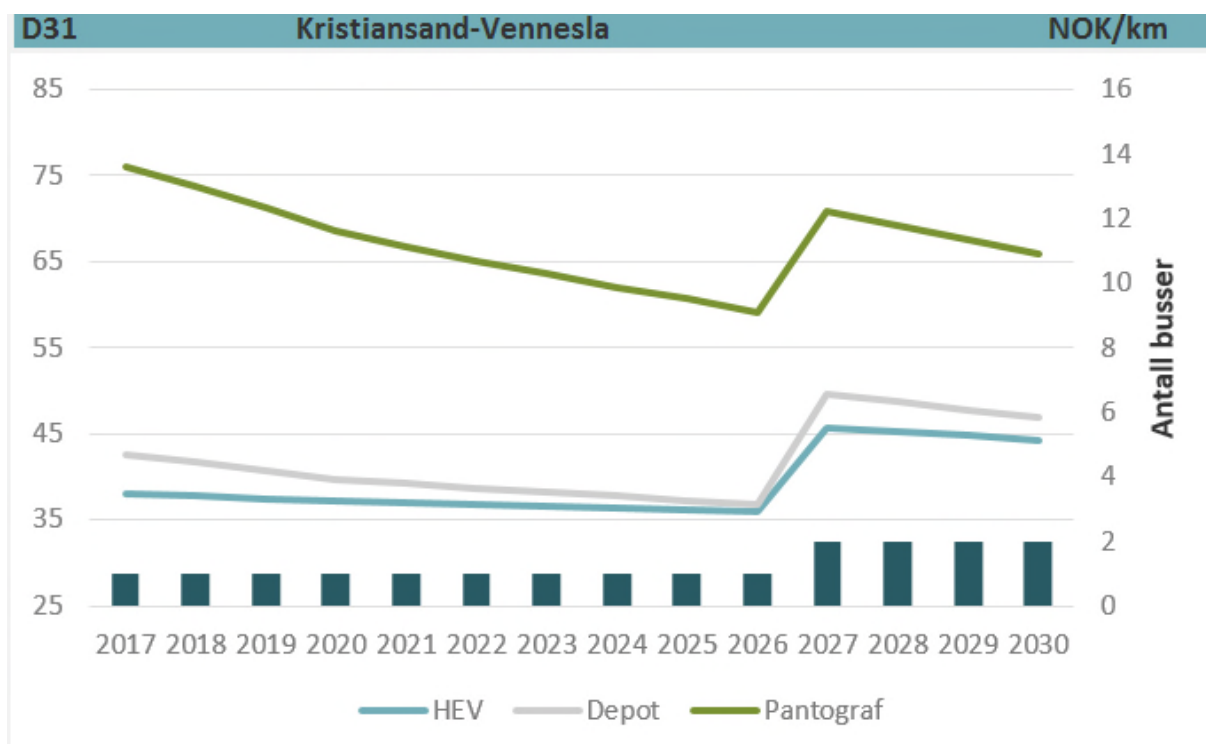
Figur V.41: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 46: Kristiansand-Songdalen (Lauvlandsmoen), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



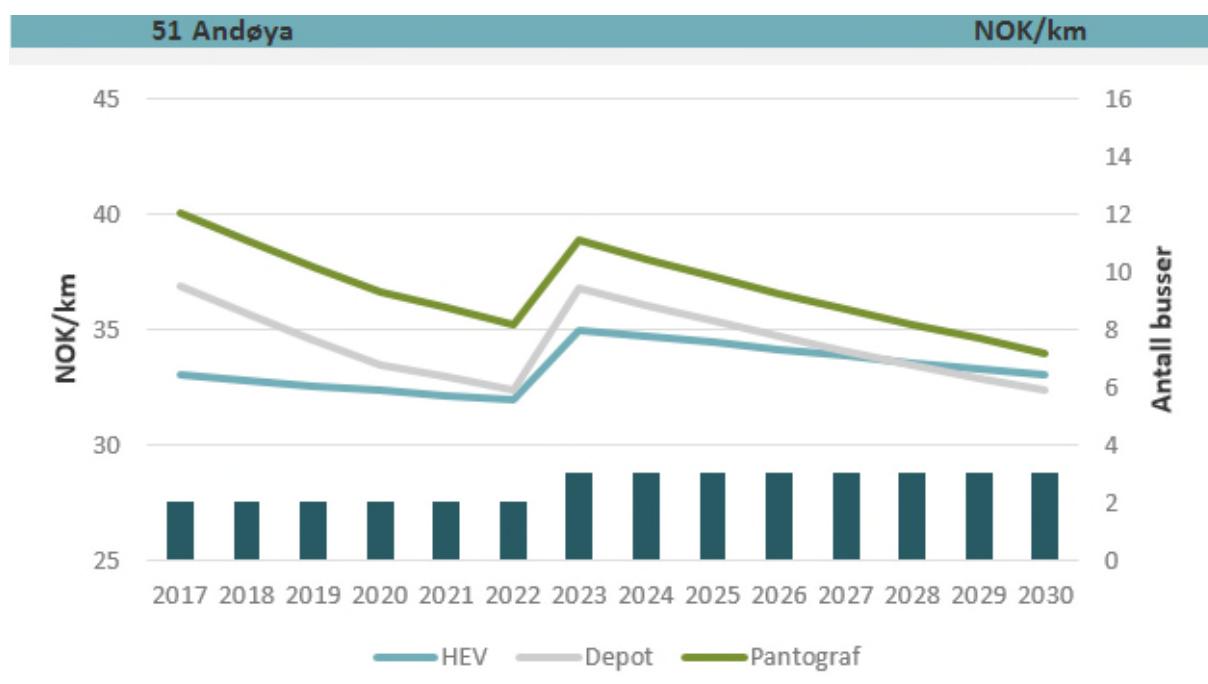
Figur V.42: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 50: Kristiansand-Langenes-Søgne vgs.-Tangvall, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



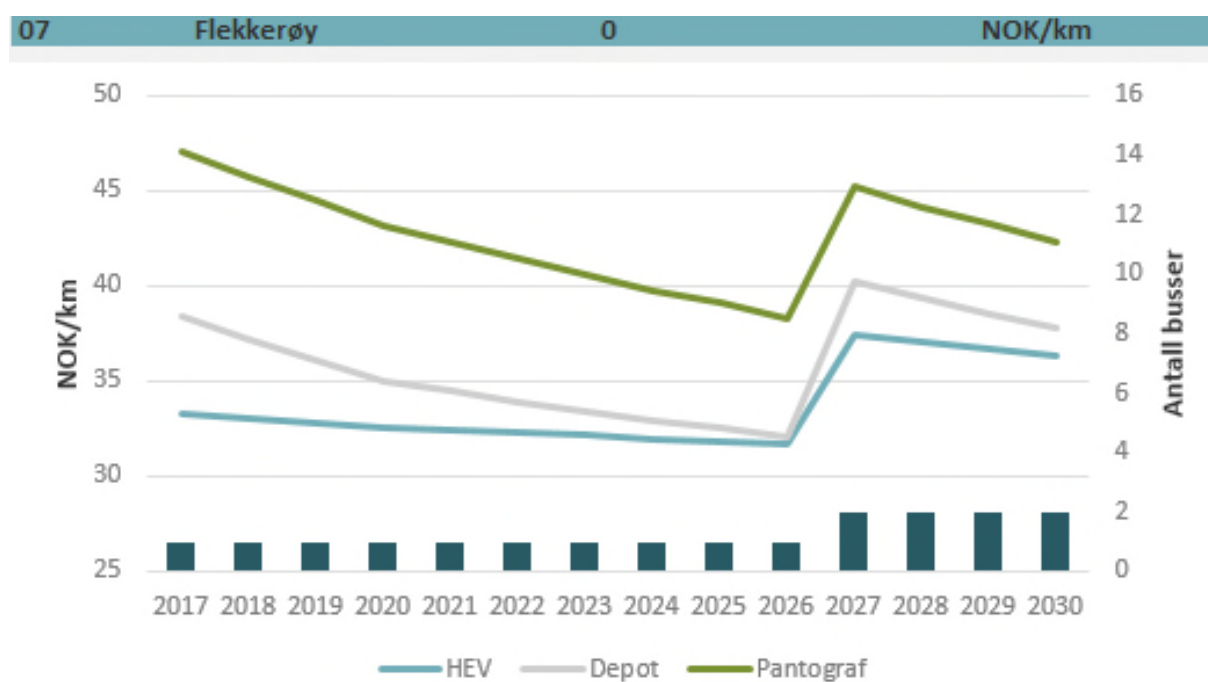
Figur V.43: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje D2: Kvadraturen-Voiebyen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



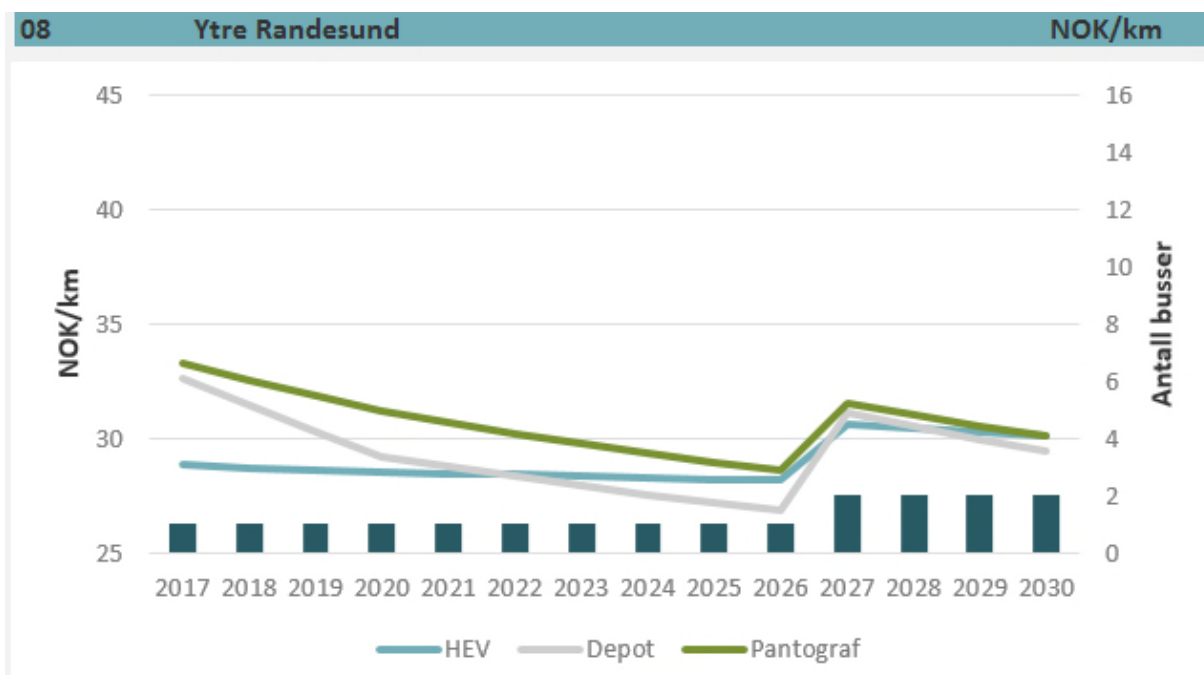
Figur V.44: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje D30: Kristiansand-Vennesla, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



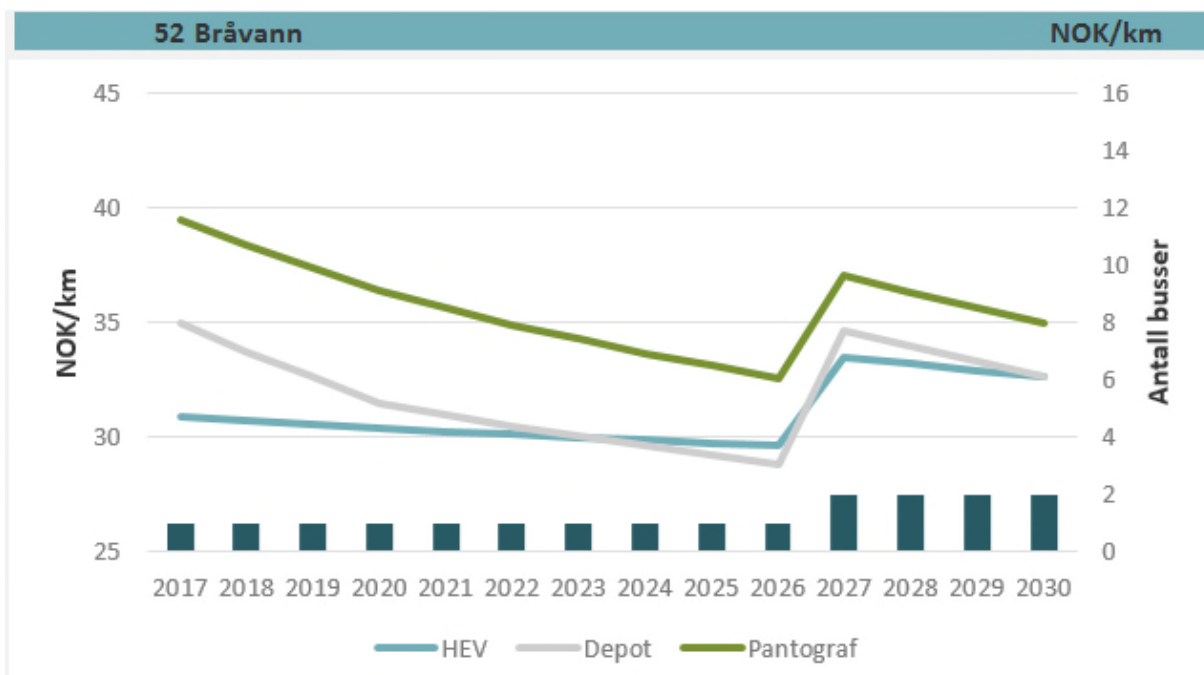
Figur V.45: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 51: Andøya, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



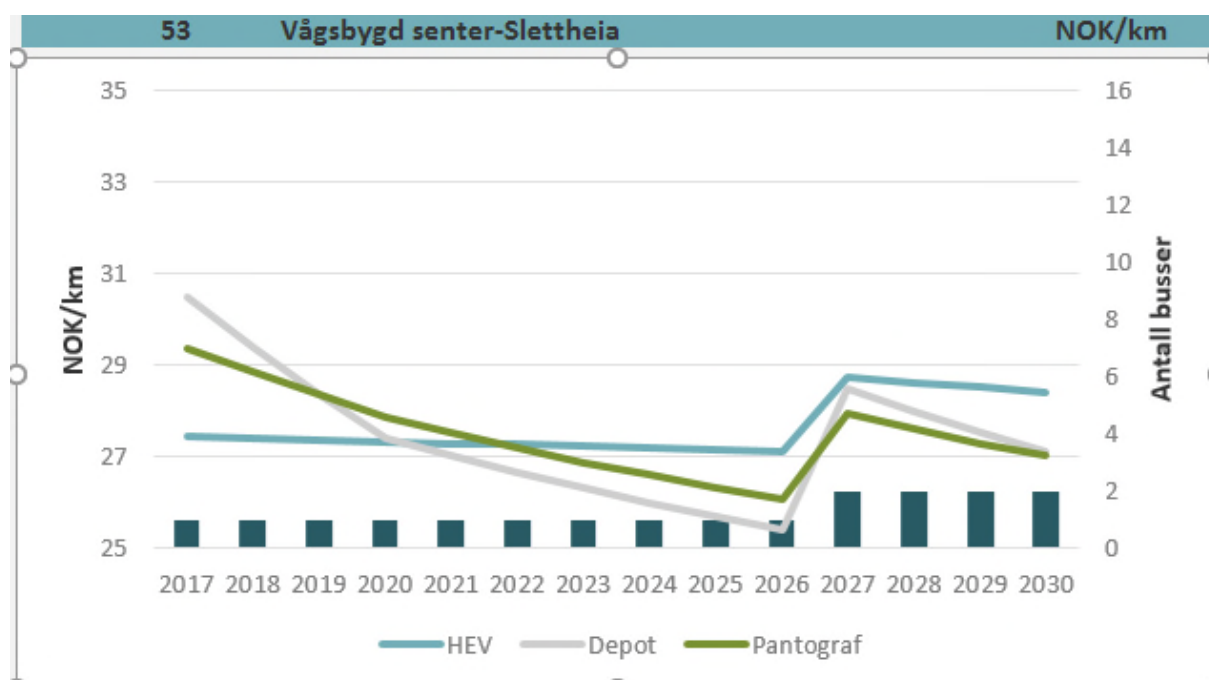
Figur V.46: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 07: Flekkerøy, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



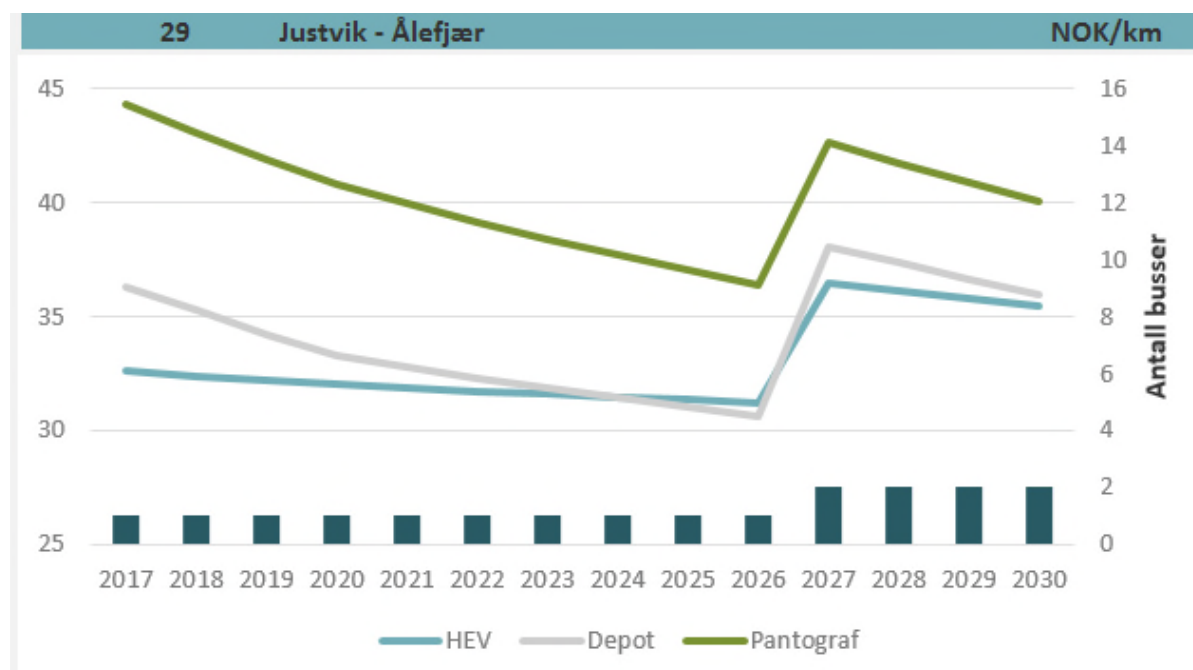
Figur V.47: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 08: Ytre Randesund, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



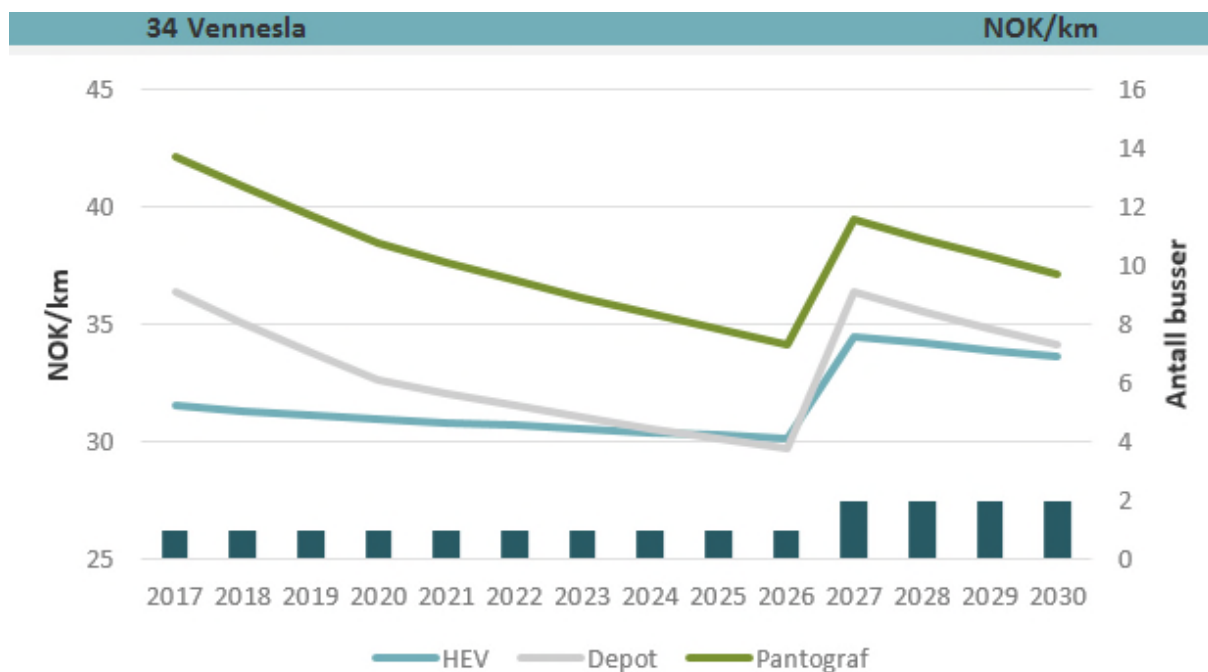
Figur V.48: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 52: Bråvann, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



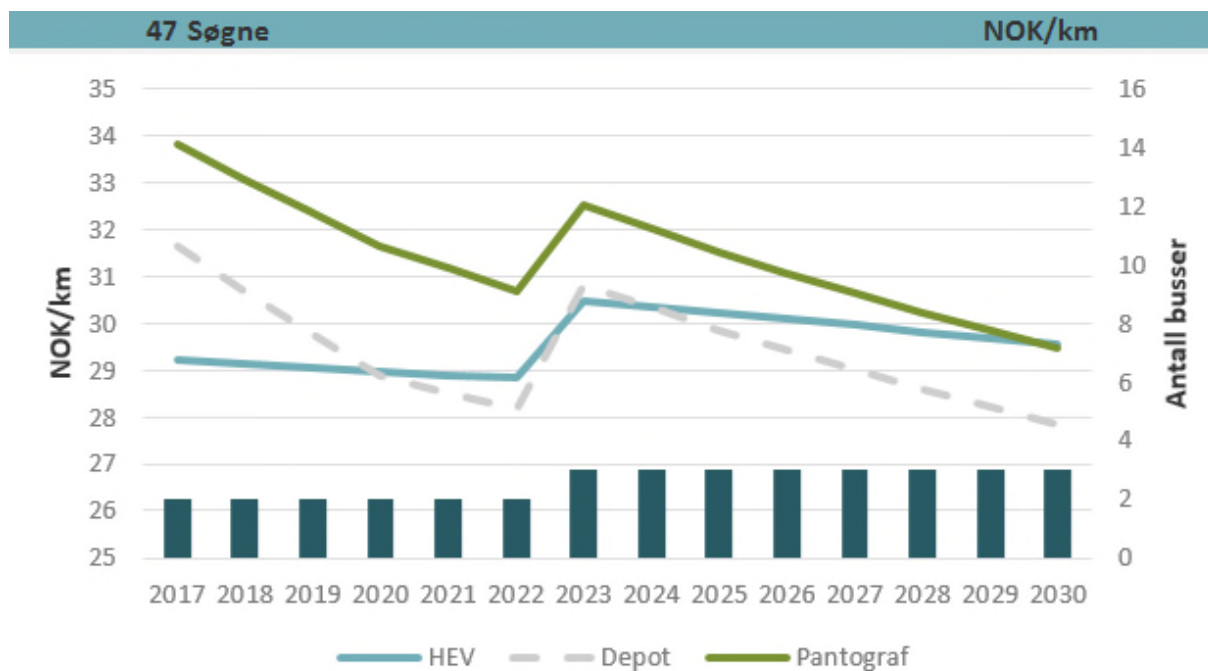
Figur V.49: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 53: Vågsbygd senter-Slettheia, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



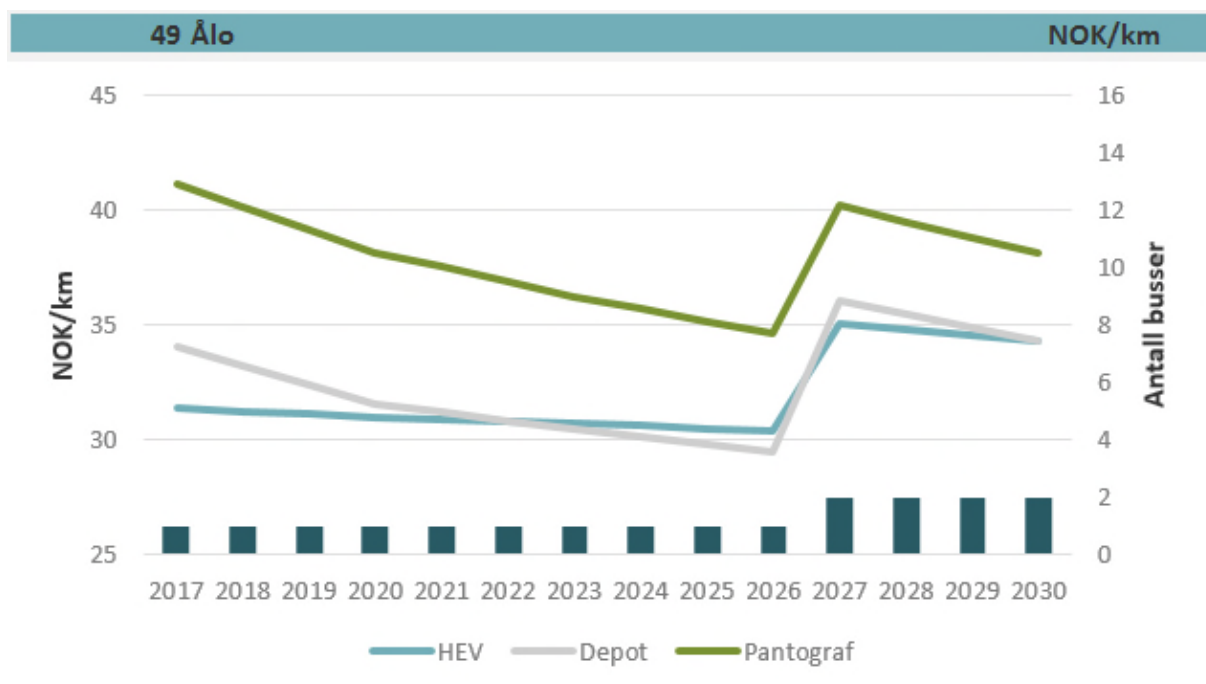
Figur V.50: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 29: Justvik-Ålefjær, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



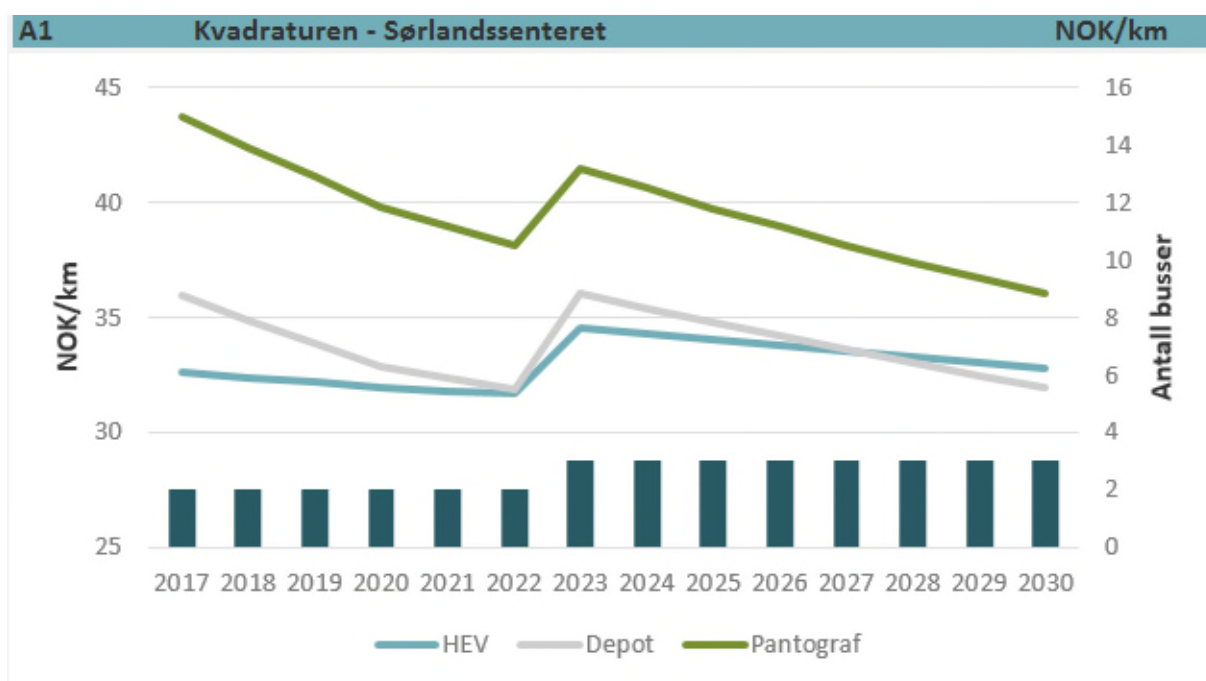
Figur V.51: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 34: Vennesla, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



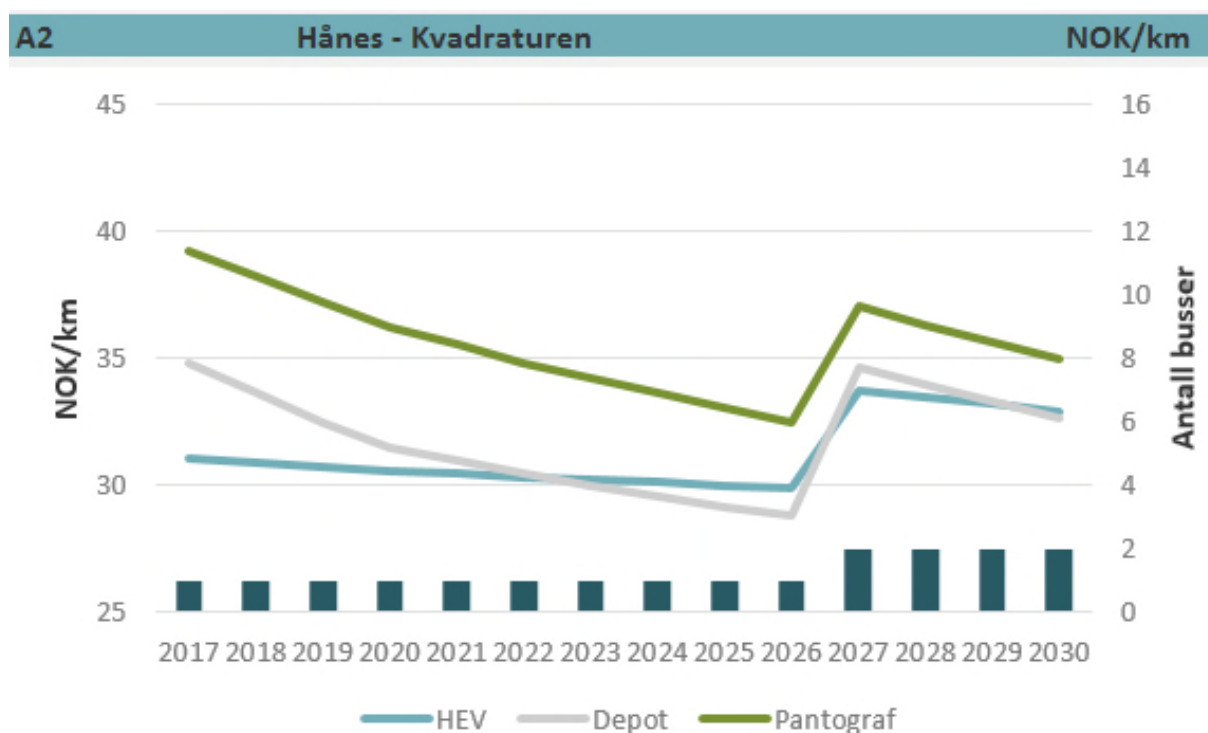
Figur V.52: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 47: Søgne, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



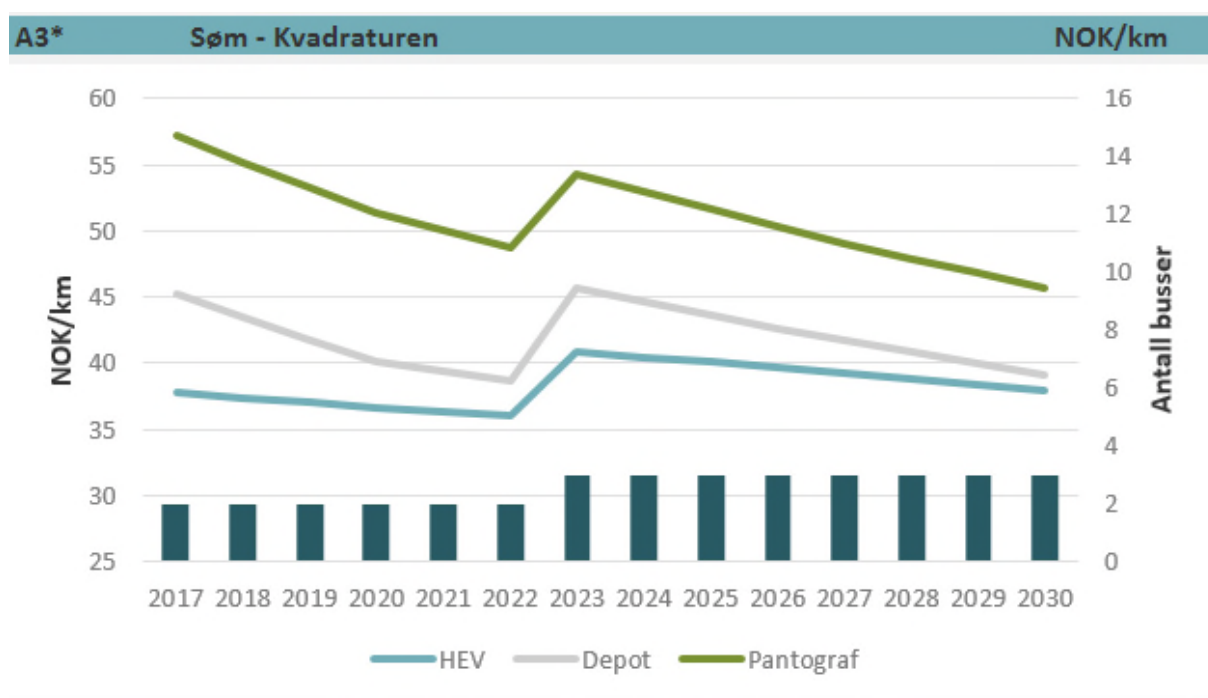
Figur V.53: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 49: Ål, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



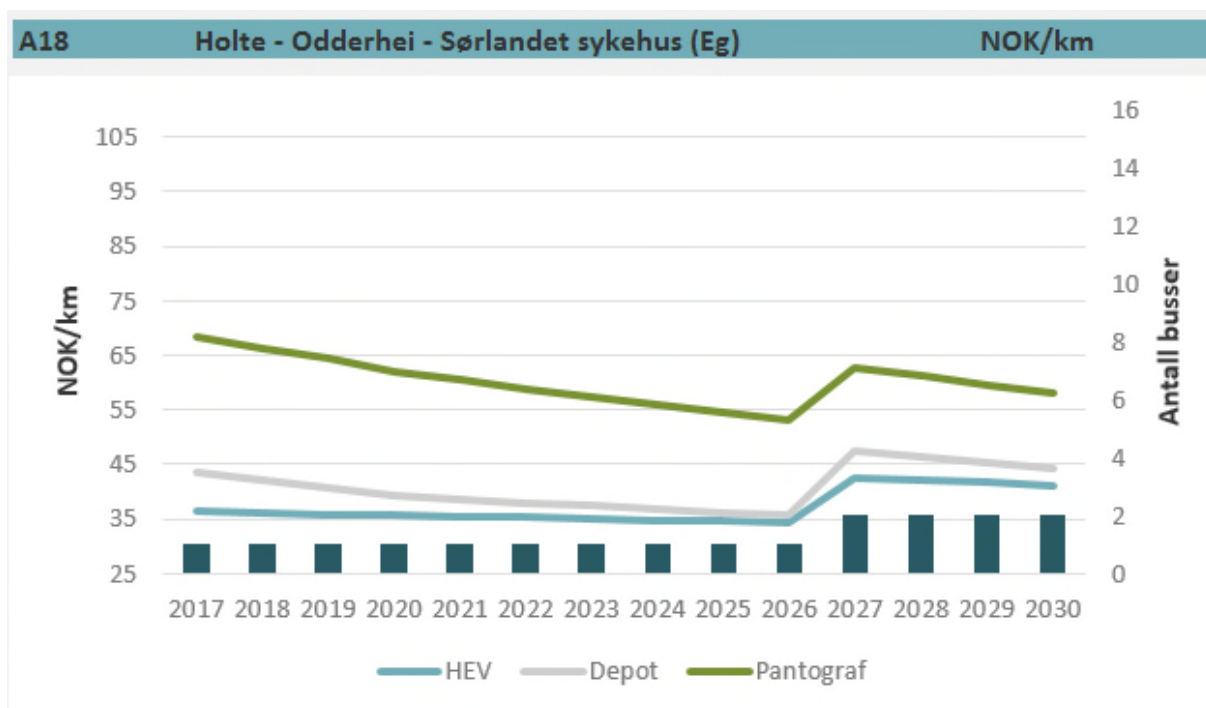
Figur V.54: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A1: Kvadraturen-Sørlandssenteret, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



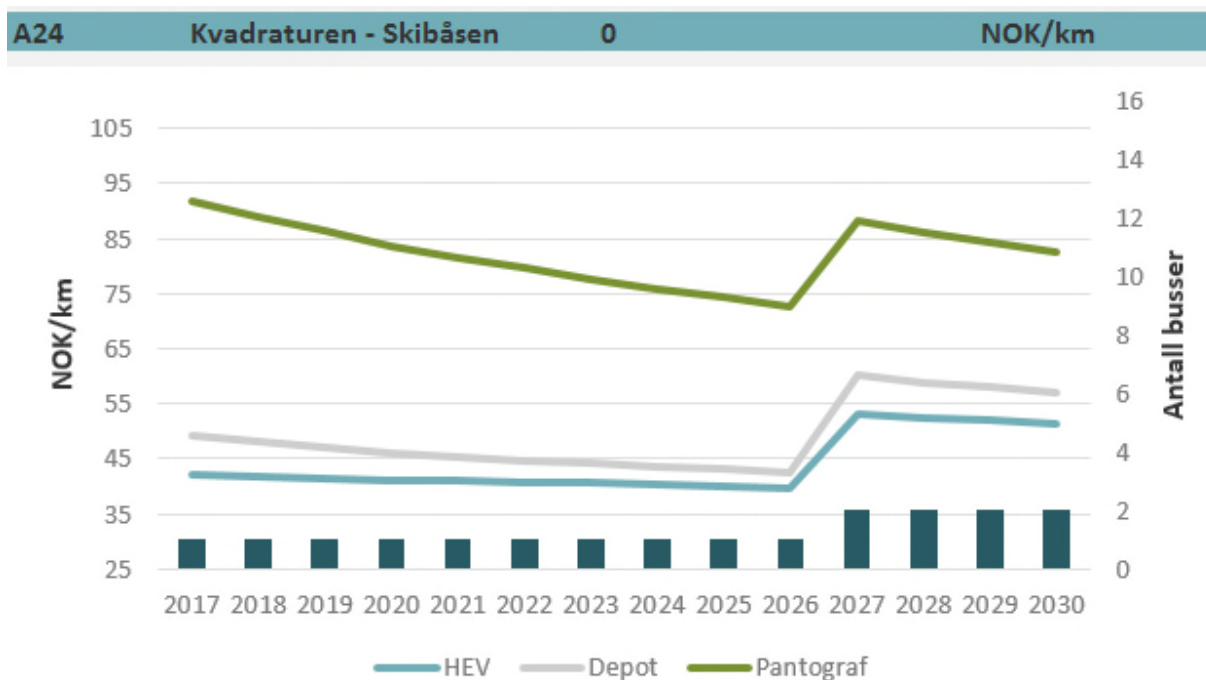
Figur V.55: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A2: Hånes-Kvadraturen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



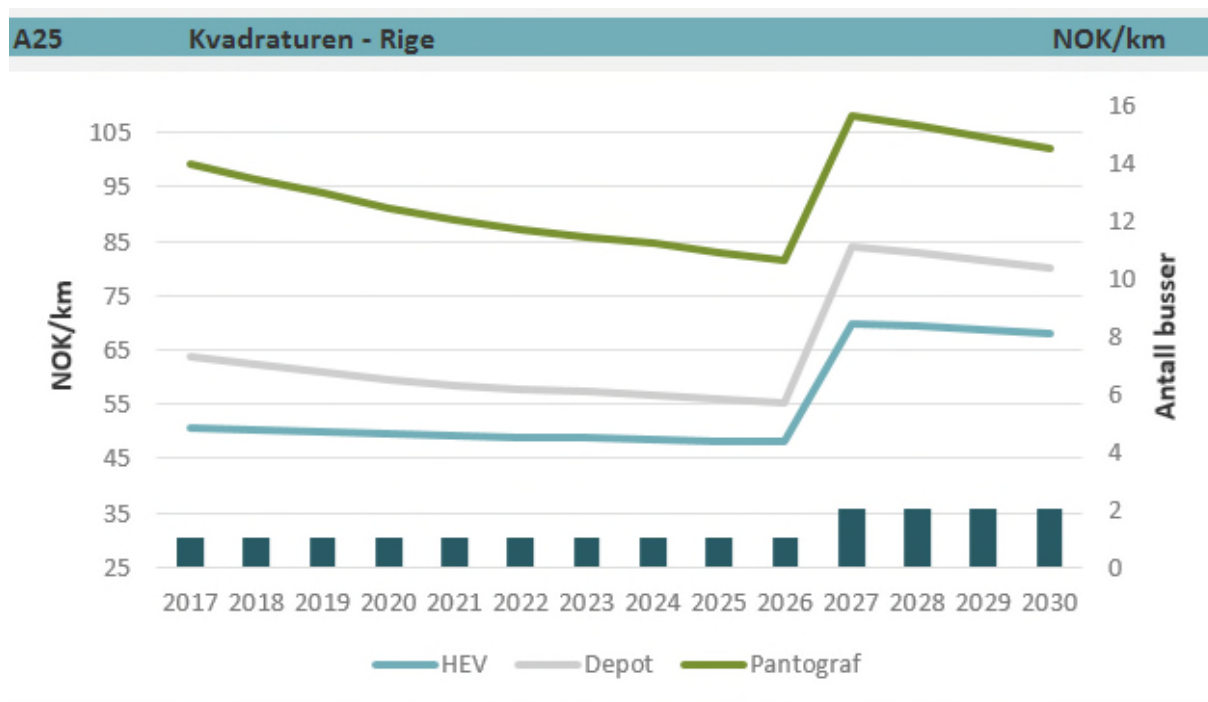
Figur V.56: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A3: Søm-Kvadraturen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



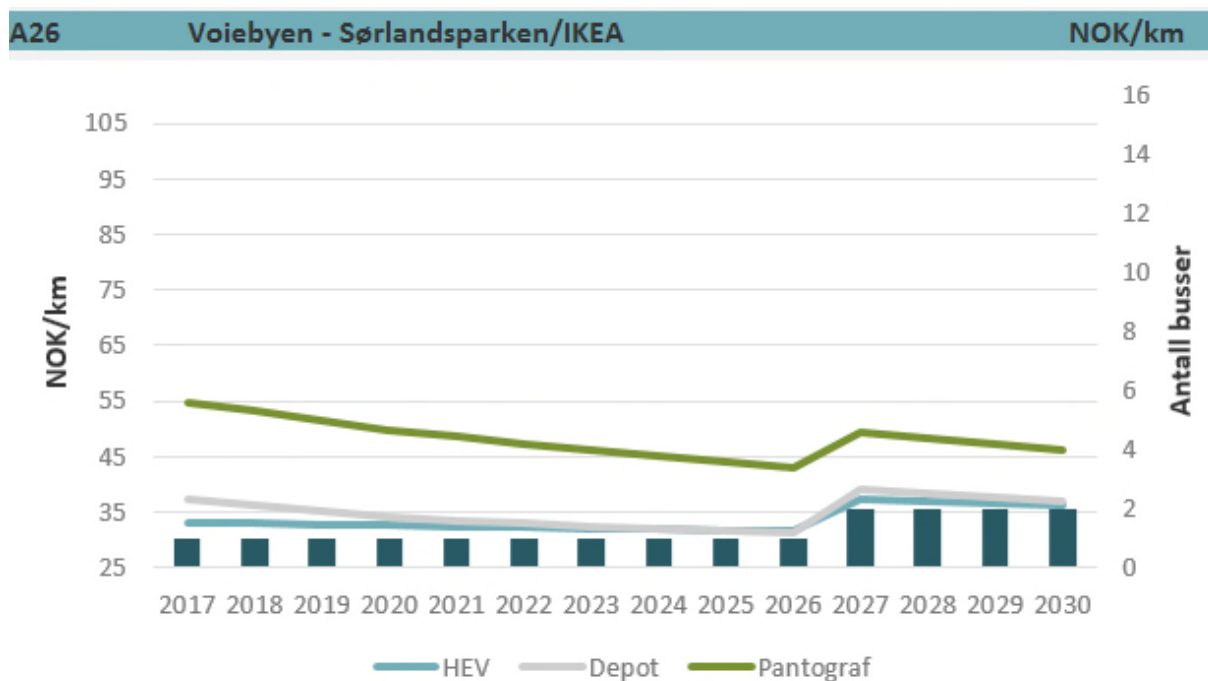
Figur V.57: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A18: Holte-Odderhei-Sørlandet sykehus (Eg), sammen med bussbehovet i investeringsåret.



Figur V.58: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A24: Kvadraturen-Skibåsen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

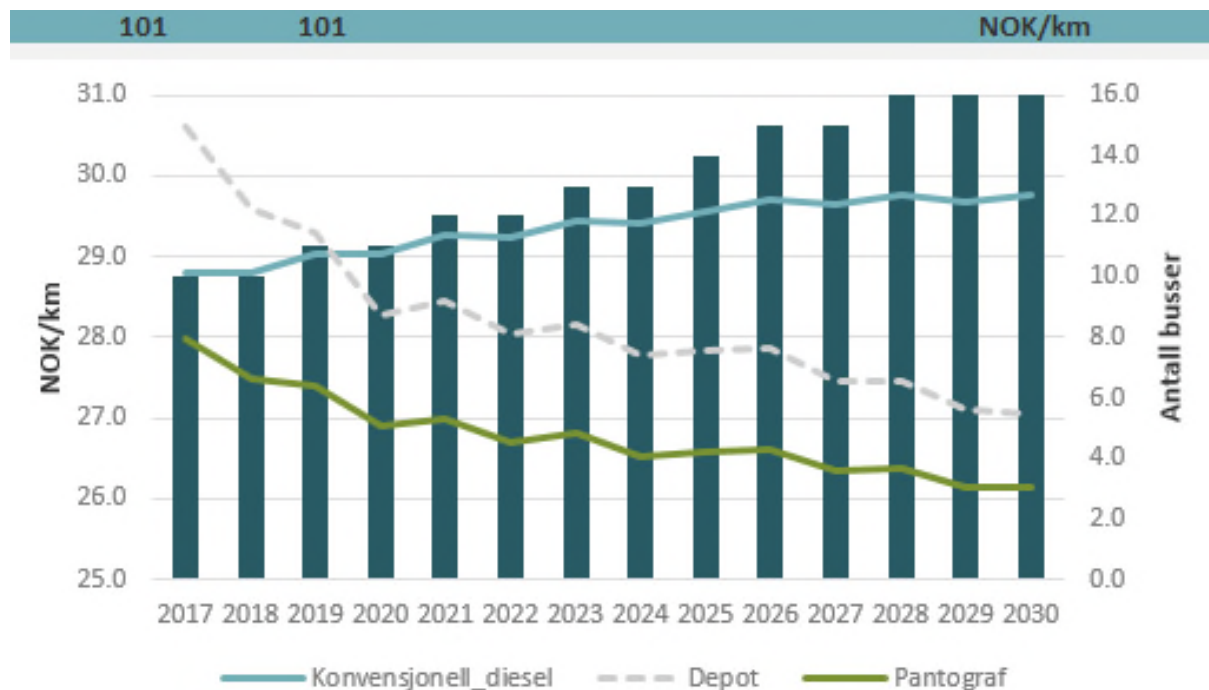


Figur V.59: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A25: Kvadraturen-Rige, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

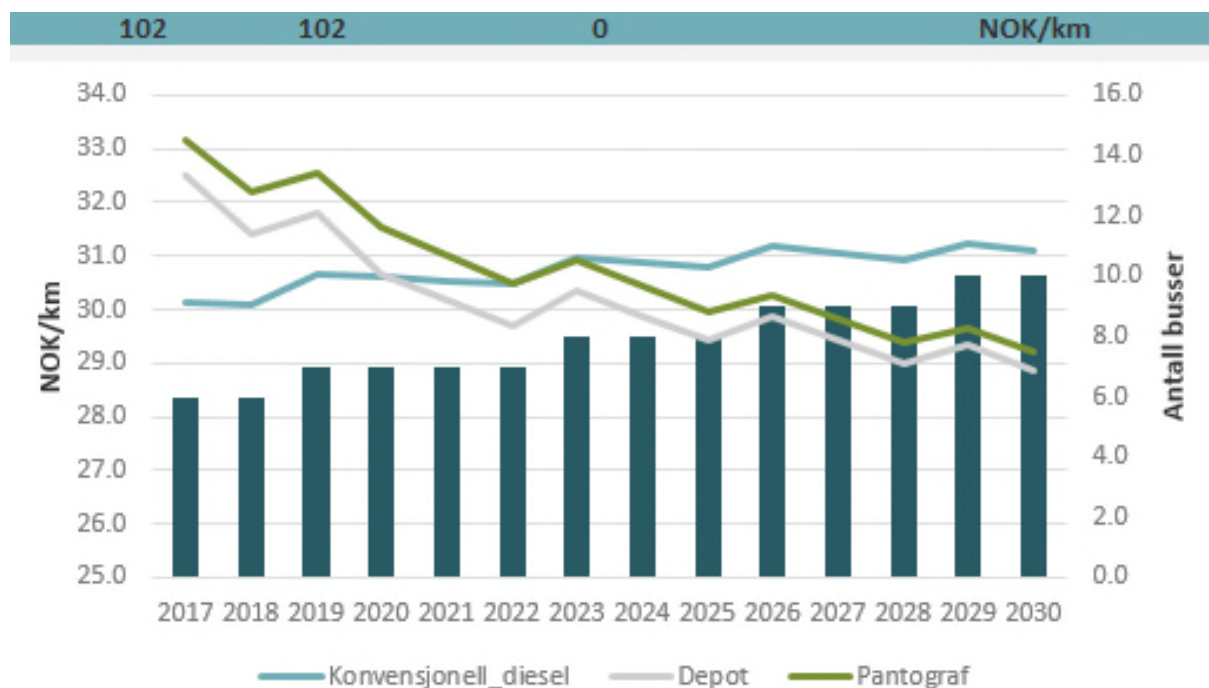


Figur V.60: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje A25: Kvadraturen-Rige, sammen med bussbehovet i investeringsåret.

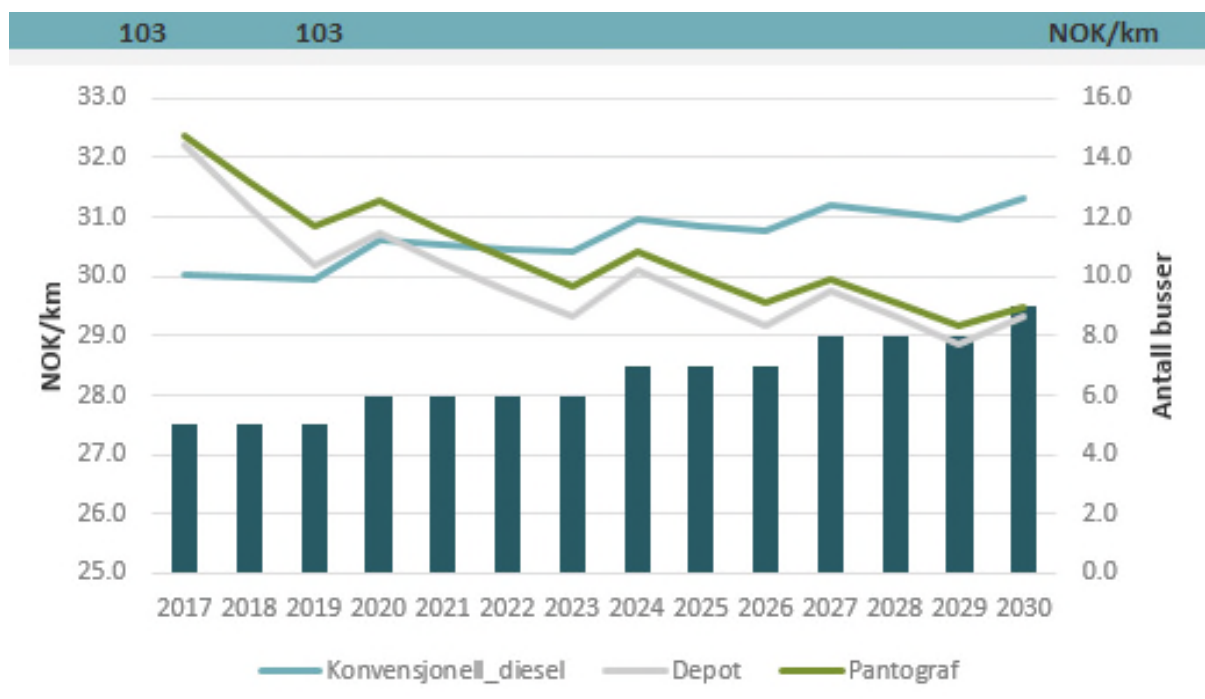
Arendal:



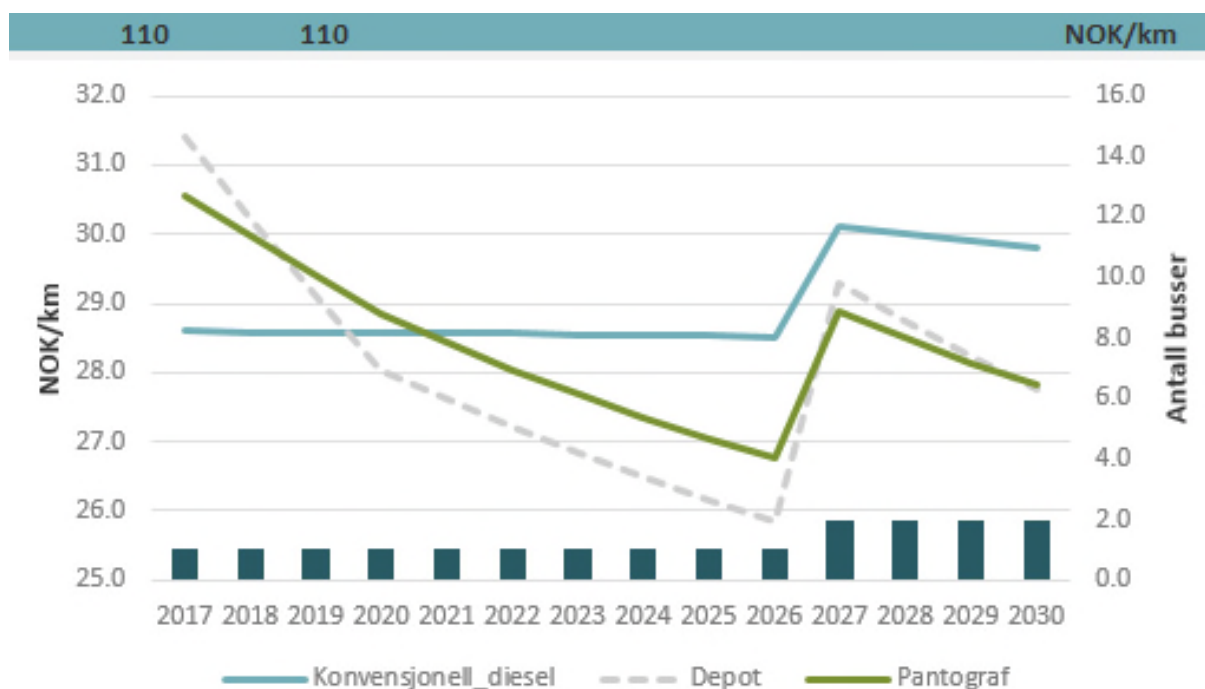
Figur V.61: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 101: Eydehavn-Arendal-Fevik-Grimstad Sør/Nord, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



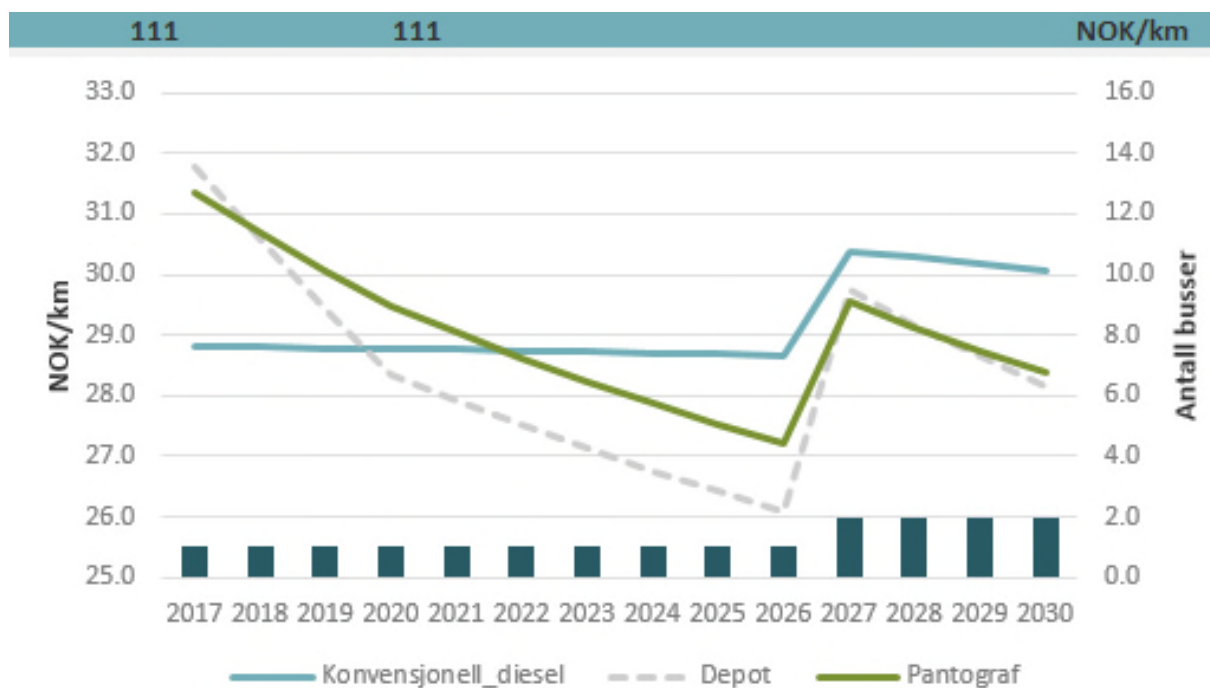
Figur V.62: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 102: Rykene-Arendal-Tromøy Vest, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



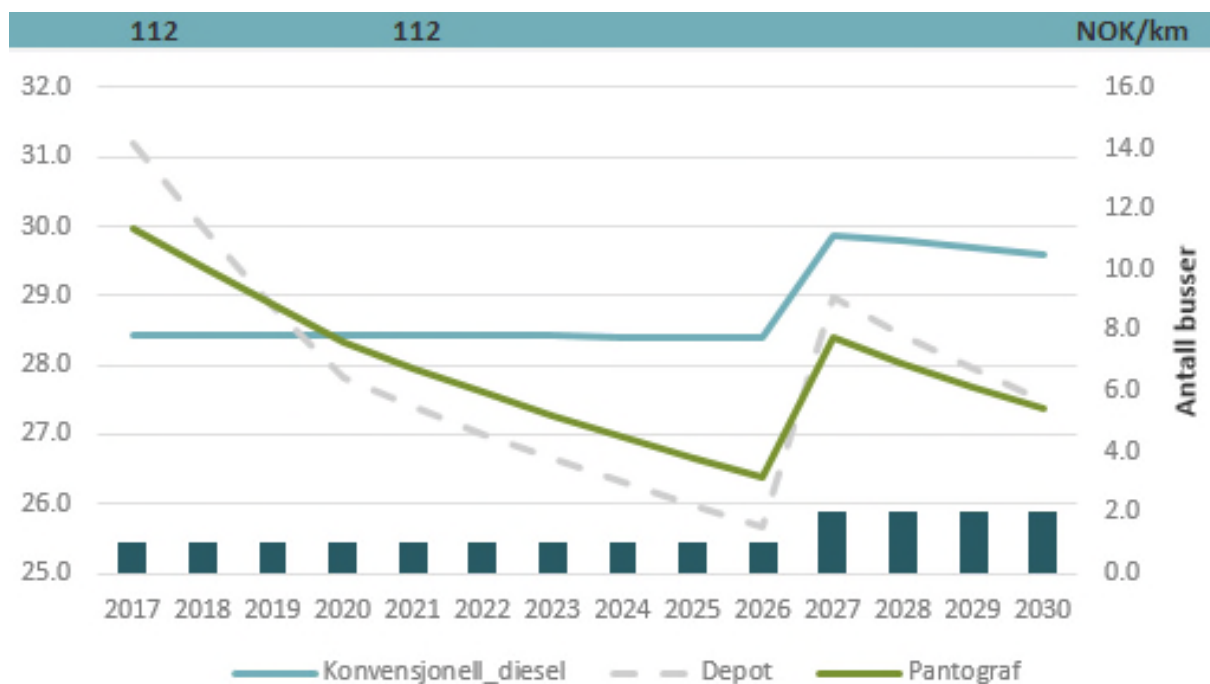
Figur V.63: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 103: Hisøy-Arendal-Tromøy Øst, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



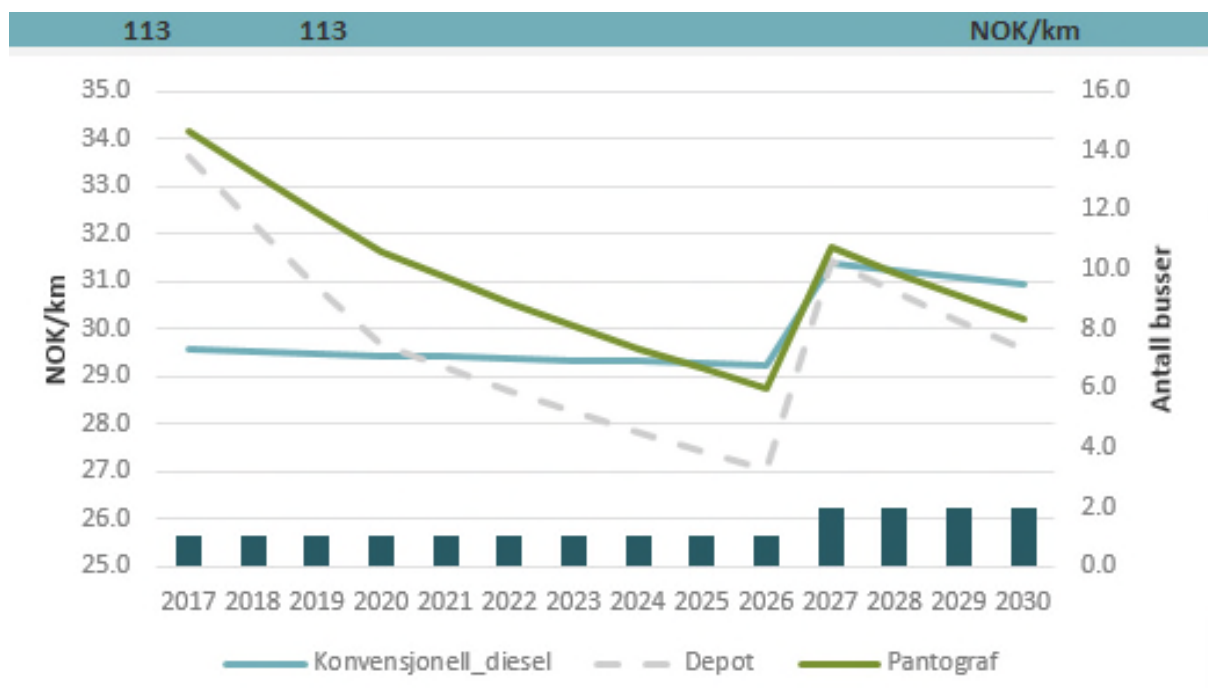
Figur V.64: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 110: Arendal-Torsbudalen-Jovannslia-Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



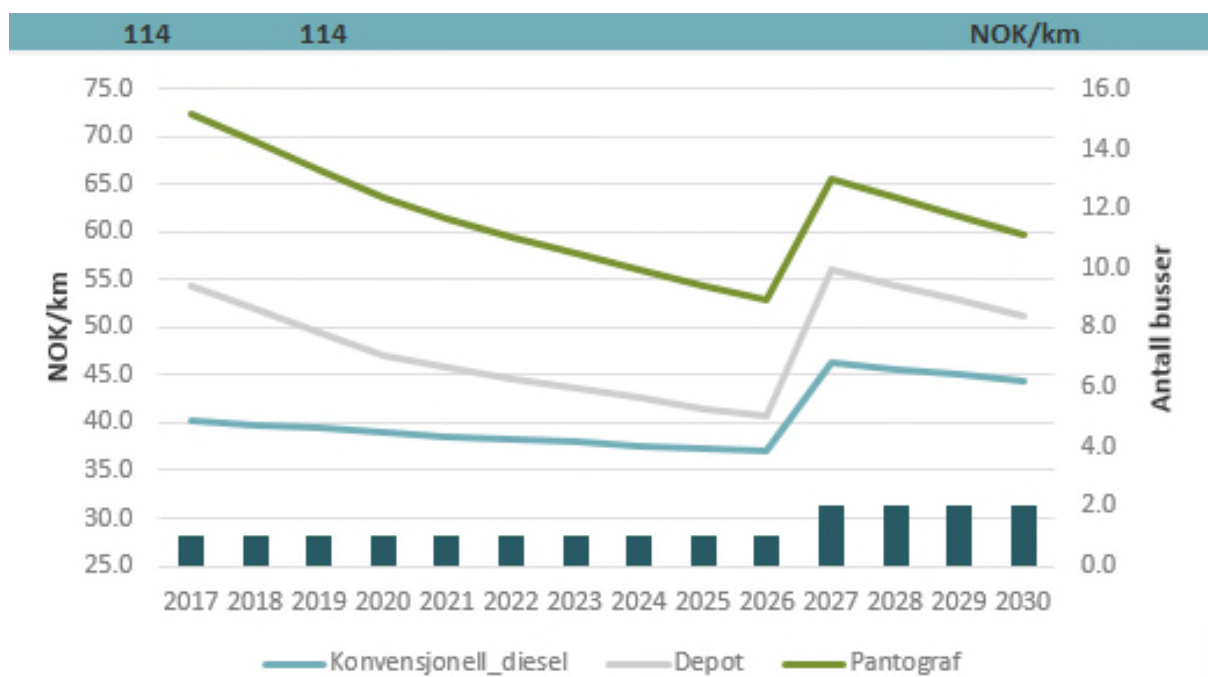
Figur V.65: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 111: Arendal-Solåsen-Grasåsen-Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



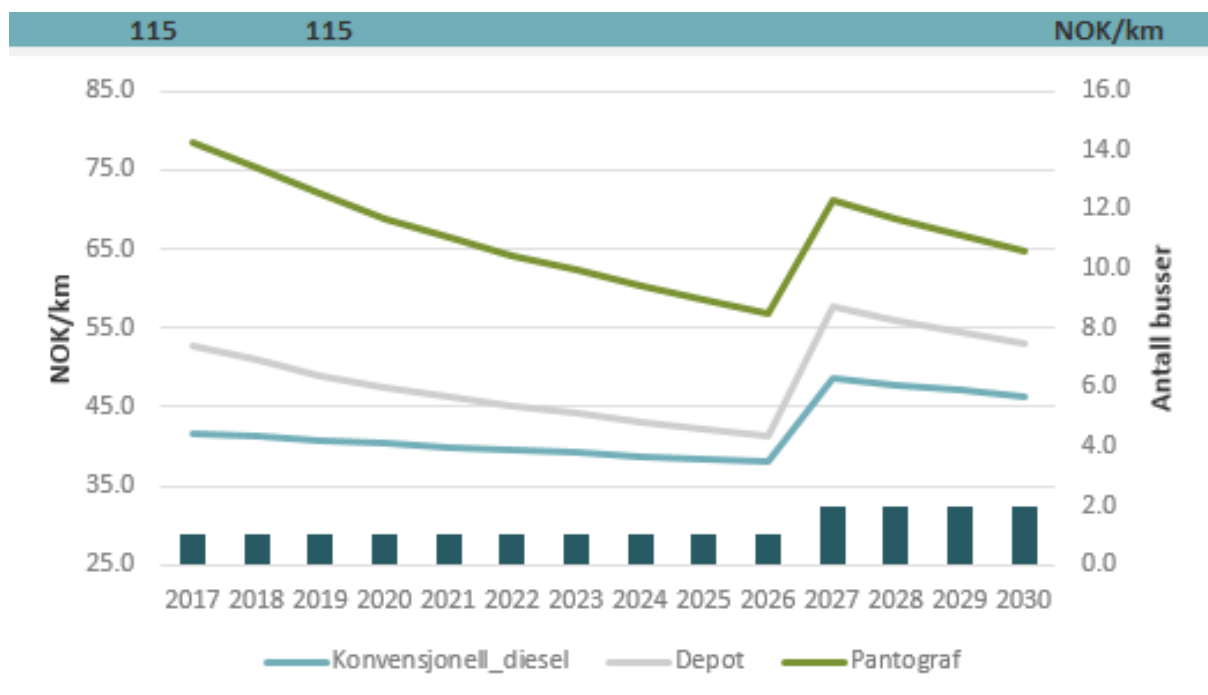
Figur V.66: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 112: Arendal-Stoa-Myra-Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



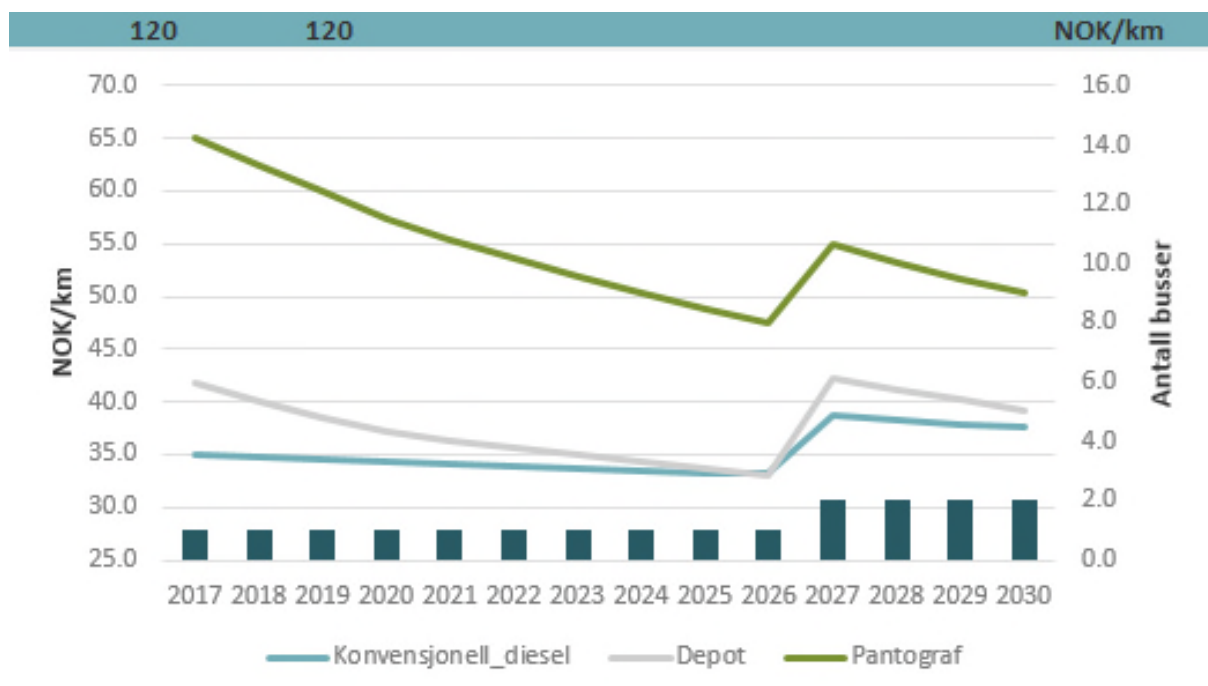
Figur V.67: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 113: Arendal-Myra-Stoa (Politistasjonen)-Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



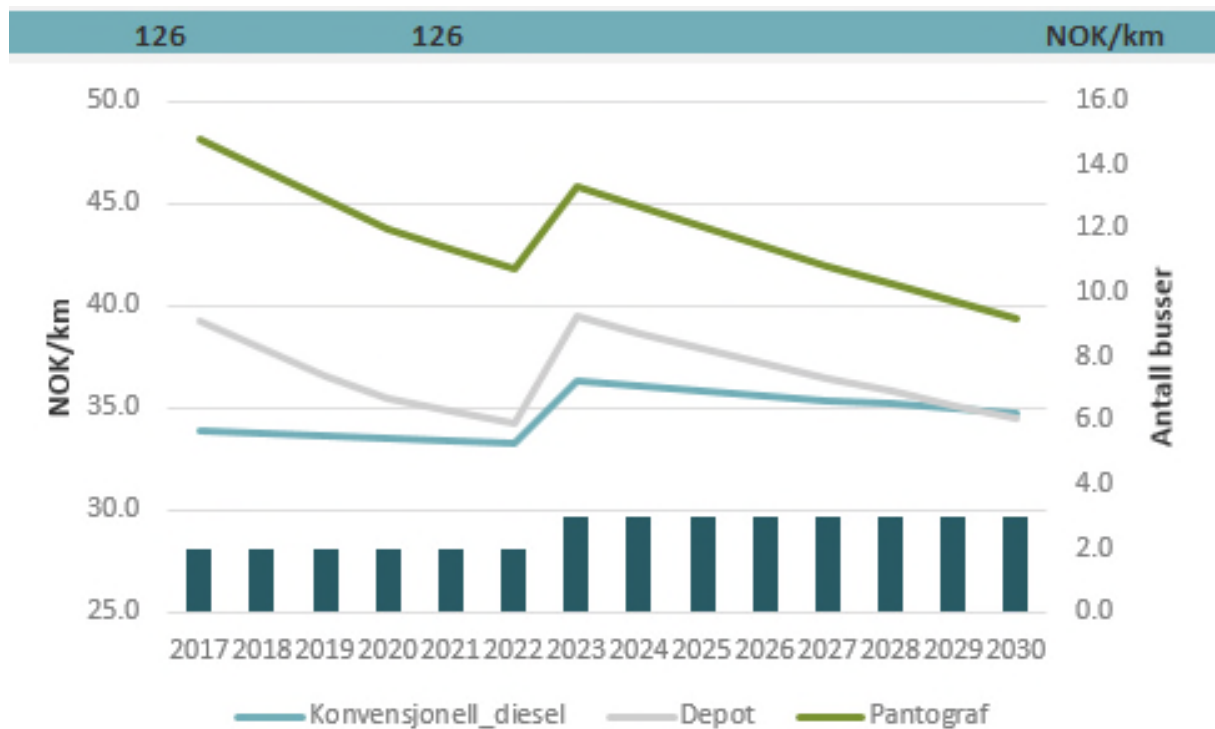
Figur V.68: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 114: Arendal-Sykehuset-Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



Figur V.69: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 115: Servicebussen i Arendal, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



Figur V.70: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 120: Arendal-Løddesøl-Rise, sammen med bussbehovet i investeringsåret.



Figur V.71: Kostnadsutvikling i NOK/km for linje 126: Heldal-Osedalen, sammen med bussbehovet i investeringsåret.