



Teknisk rapport for pilotundersøkelsen av forsøpling i Kristiansand kommune

TALL

SOM FORTELLER

NOTATER / DOCUMENTS

2019/35

Melike Oguz-Alper

I serien Notater publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

© Statistisk sentralbyrå
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen
skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.

Publisert 30. september 2019

ISBN 978-82-537-9991-9 (elektronisk)
ISSN 2535-7271 (elektronisk)

Standardtegn i tabeller	Symbol
Tall kan ikke forekomme	.
Oppgave mangler	..
Oppgave mangler foreløpig	...
Tall kan ikke offentligjøres	:
Null	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Foreløpig tall	*
Brudd i den loddrette serien	—
Brudd i den vannrette serien	
Desimaltegn	,

Forord

Målet med denne rapporten er å dokumentere metodikken til pilotundersøkelsen om søppel i Kristiansand kommune, som ble holdt i oktober 2018. Søppelundersøkelser har blitt gjennomført i Sverige i rundt ti år i samarbeid med Hold Sverige Rent (HSR), Statistiska centralbyrån (SCB) og svenske kommuner. Hold Norge Rent (HNR) tok initiativ til å gjennomføre en slik undersøkelse i Norge for å kartlegge søppel i norske kommuner. Kristiansand kommune ble valgt som pilotkommune for å teste undersøkelsen.

Prosjektet ble utført i samarbeid med HNR, Statistisk sentralbyrå (SSB) og Kristiansand kommune. Mari Mo Osterheider fra HNR var prosjektleder. SSB var ansvarlig for å bistå Kristiansand kommune med å velge ut de områdene som skulle måles. SSB var også ansvarlig for trekkingen av utvalgspunkter, utlevering av GPS punkter i utvalget på et grunnkart til HNR, klargjøring av en mal i Excel der rådata ble registrert, og å gi en faglig vurdering av pilotundersøkelsen i form av en teknisk rapport. Solvor Berntsen Stølevik var prosjektansvarlig hos Kristiansand Kommune, og hun var involvert i valget av områdene som skulle måles og organiseringen av feltarbeidet. Michael Froentjes fra Kristiansand kommune gjorde utvalgsrammer tilgjengelig i samråd med SSB. Rådata som ble samlet inn i feltarbeidet ble registrert av HNR og levert til SSB for analyse.

Forfatteren til dette notatet ønsker å takke til Magnar Lillegård og Anne Vedø på Seksjon for Metoder for deres nyttige kommentarer og forslag som betydelig har forbedret den første versjonen av notatet.

Statistisk sentralbyrå, 25. september 2019

Arvid Olav Lysø

Sammendrag

Søppelundersøkelser har blitt gjennomført i Sverige i rundt ti år i samarbeid med Hold Sverige Rent (HSR), Statistiska centralbyrå (SCB) og svenske kommuner. I 2017 ble det planlagt å gjennomføre en slik undersøkelse i Norge under ledelse av Hold Norge Rent (HNR) for å kartlegge forsøpling i norske kommuner. Målet med å gjennomføre en slik undersøkelse er å overvåke forekomsten av søppel for deretter å gjøre nødvendige tiltak mot forsøpling.

Det ble bestemt at en pilotundersøkelse skulle gjennomføres i Kristiansand kommune. Målet med pilotundersøkelsen var å finne ut hvordan man kan kartlegge mengden av søppel i norske kommuner. Den svenske metoden ble brukt uten noen endringer, bortsett fra stratifiseringen av utvalgsområdene.

Områdene som måles kan deles inn i to grupper: i) gateområder og ii) parker og grønne områder. Gravaneparken og en fjerdedel av Kvadraturen i Kristiansand ble valgt som målområder for henholdsvis *park-* og *gatemålinger*. Målet var å gi estimater for mengde søppel av ulike typer per ti kvadratmeter. Utvalgsramme, utvalgsenhet, spørreskjema og måten å samle inn data på er forskjellig for de to områdene.

Denne rapporten gir en oversikt over hele metodologien som ble brukt i pilotundersøkelsen, samt hensyn og anbefalinger angående ulike deler av metodikken. Undersøkelseresultater angående de valgte områdene presenteres også. Man må imidlertid være klar over at dette er basert på en begrenset mengde data. Derfor kan de statistiske tallene ha stor usikkerhet.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Innhold	5
1. Innledning	6
2. Undersøkelsen	6
2.1. Målepopulasjon	6
2.2. Utvalgsramme	6
2.3. Måleparameter	8
2.4. Utvalgsdesign	8
2.5. Punktestimering	9
2.6. Datainnsamling	9
3. Undersøkelsesfeil	10
3.1. Utvalgsfeil	10
3.2. Ikke-utvalgsfeil	11
4. Resultater	13
5. Noen sluttkommentarer	14
5.1. Sammenligninger	14
5.2. Andre hensyn	15
Referanser	16
Vedlegg A: Tabeller og Figurer	17
Figurregister	24
Tabellregister	24

1. Innledning

Hold Sverige Rent (HSR) (se <https://www.hsr.se/>) og Statistiska centralbyrån (SCB) har gjort søppelundersøkelser i Sverige i rundt ti år (SCB, 2014, s.3). Hold Norge Rent (HNR) (se <https://holdnorerent.no/>) tok initiativet til et samarbeid med Statistisk sentralbyrå (SSB) for å gjennomføre en pilotundersøkelse for kartlegging av forsøpling i Norge. SSBs rolle i dette samarbeidet har vært å gi råd i statistiske spørsmål.

Formålet med pilotundersøkelsen – som ble gjort i Kristiansand kommune – var å teste ut den metoden som brukes i Sverige, samt å finne ut hvordan denne kan tilpasses for å gi en kartlegging av forsøpling i Norge. Den svenske metoden (se SCB, 2014, Ohlsson et al., 2017) ble kopiert.

I avsnitt 2 presenteres målepopulasjonen, utvalgsrammen, måleparameteren, utvalgsdesignen, punkttestimeringen og datainnsamlingen. Avsnitt 3 beskriver de vanlige feilene som kan oppstå gjennom undersøkelsesprosessen. De estimerte verdiene fra pilotundersøkelsen er presentert i avsnitt 4. Sammenligning over tid og på tvers av kommuner og noen andre hensyn er beskrevet i avsnitt 5.

2. Undersøkelsen

2.1. Målepopulasjon

Søppelundersøkelsen i Sverige involverer målinger i to typer av områder: i) byområder og ii) parker og grønne områder. I resten av rapporten vil disse to typene omtales som henholdsvis *gatemålinger* og *parkmålinger*. SCB har utviklet ulike metodikker for hver av disse. Metodikkene skiller seg fra hverandre på grunn av at områdene har forskjellige topologier.

Målepopulasjonen for gatemålinger består av alle fortau, gang- og sykkelstier som ligger innenfor grensene til det området vi er interessert i. Målepopulasjonen for parkmålinger er hele området innenfor grensene til parken eller det grønne området vi ønsker å se på. Måleområdet bestemmes av kommunen i samråd med HNR og SSB. Det bør være et område som mange passerer gjennom daglig. Derfor er det naturlig å velge populære parker og sentrale deler av byen som måleområder.

For pilotundersøkelsen i Kristiansand valgte man å gjøre gatemålingene i den sørøstlige delen av Kvadraturen, samt på Strandpromenaden, som er en gang- og sykkelsti av grus. Parkmålingene ble gjort i Gravaneparken. Måleområdene for pilotundersøkelsen er gitt i Figur A.1 og Figur A.2.

2.2. Utvalgsramme

Utvalgsrammen er en liste av enheter som utvalget trekkes fra. Det ideelle hadde vært hvis rammepopulasjonen var identisk med målepopulasjonen. Men i praksis vil de ikke være helt like, se avsnitt 3.2. For pilotundersøkelsen ble to utvalgsrammer, en for gatemålinger og en for parkmålinger, gjort tilgjengelig av Kristiansand kommune i konsultasjon med SSB. Populasjonsrammer ble levert til SSB i Excel-ark. I tillegg sendte kommunen en personlig database som inneholder datatabeller samt plasseringen av punkter på et grunnkart. Prosjeksjonssystemet som ble brukt var *ETRS 1989 UTM Zone 32N* (https://en.wikipedia.org/wiki/European_Terrestrial_Reference_System_1989).

Gatemålinger

Utvalgsrammen for gatemålinger inkluderer GPS-punkter (Global Positioning System), som plasseres på gatene innenfor måleområdet. Hvert av disse punktene er knyttet til de tilhørende fortaussegmentene på fem meter i målepopulasjonen. De tilsvarende fortaussegmentene bestemmes ved å tegne rette linjer fra punktet mot begge fortauene i den samme gaten som punktet ligger i (SCB, 2014). Punktene ble opprettet ved hjelp av geografisk informasjonssystem (GIS). Nasjonal vegdatabank (NVDB) (<https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/statens-vegvesen/nvdb-ruteplan-nett-verksdatasett/8d0f9066-34f9-4423-be12-8e8523089313>) ble opprinnelig planlagt brukt for å danne de fem meter lange linjene. Imidlertid oppfyller konstruksjonen av linjesegmentene i NVDB ikke nødvendigvis det som trengs for denne spesifikke undersøkelsen. Det var mer enn én linje på noen gater. Linjesegmentene hadde varierende lengder. Derfor måtte NVDB justeres manuelt før den ble brukt. Men fordi det var mer tidkrevende å justere NVDB på en slik måte at den ville oppfylle behovet, enn å lage fem meter lange linjer fra grunnen ved å bruke et grunnkart, ble det bestemt å *ikke* bruke NVDB for å lage utvalgsrammen. På den måten hadde vi også mer kontroll over dannelsen av rammen.

Punktene ble plassert hver femte meter mot nord, eller i retning med urviseren fra nord (dvs. nord, nordøst, sørøst, øst), avhengig av plasseringen av gaten (se Figur A.3). I hvilke retninger punktene skal plasseres er illustrert i Figur A.4. Begrunnelsen for dette er å unngå feilen som kan oppstå ved å observere feil linjer i feltet i stedet for linjene som tilsvarer utvalgspunktene. GPS-koordinatene til utvalgspunkter, som egentlig er utgangspunktene til utvalgslinjene, leveres til den som skal samle inn dataene. Når utvalgspunktet finnes i målefeltet, må datasamlere bestemme hvilken retning på gaten de skal utføre målingene. Dette er enten mot nord eller med urviseren fra nord, se retningslinjene i den svenske håndboken (SCB, 2014). Derfor ble utvalgsrammen opprettet i samsvar med dette utgangspunktet. Retningene for hver gate i måleområdet er vist i Figur A.5.

Punktene ble opprettet for hvert vei-segment hver for seg mellom to påfølgende veikryss på en gate. Lengden av vei-segmentene var ikke nødvendigvis et multiplum av fem. Dette førte til at noen punkter representerte linjer med lengde på mindre enn fem meter. Vi hadde punkter som tilsvarer slike linjer på slutten av vei-segmentene. Når lengden fra utvalgspunktet til krysset er mindre enn fem meter, anbefales det at datasamlere skal fortsette å utføre målingene på fortauet like etter krysset for å oppnå et målefelt på fem meter (SCB, 2014). Utvalgsrammen må være i samsvar med dette for å unngå flere målinger på samme linjer. Dette kan oppnås ved å konstruere linjer som illustrert i Figur A.6. Men fordi dette ville krevd mye manuelt arbeid, og det var tidsbegrensning, ble punktene som representerer linjer med lengde på mindre enn fem meter fjernet fra rammen. Den totale lengden til slike linjer var 1,89 prosent av den totale lengden til alle linjer. Punktene i rammen for måleområdet er vist i Figur A.7.

Parkmålinger

Det var mye enklere å lage utvalgsramme for parkmålinger enn gatemålinger på grunn av topologien. Fordi en stor del av en park kan måles, i motsetning til en gate, der kun fortau og gangstier kan måles, kan vi si at en park har en *kontinuerlig* overflate. En måte å representere en park i en liste av elementer, er å dele parken inn i like store firkanter. Derfor ble parken vi så på, Gravaneparken, delt inn i firkanter på fire ganger fire meter. Rammen består av midtpunktene til disse firkantene. Det kan likevel finnes en dam og/eller bygninger i en park. Her kan vi ikke måle søppel. Punktene som representerer firkanter som skjærer over slike hindringer, som er identifiserbare på grunnkartet, ble fjernet fra rammen. Punkter med tilsvarende firkanter som ble opprettet for Gravaneparken er vist i Figur A.8.

2.3. Måleparameter

Måleparameteren til undersøkelsen er det totale antall søppelenheter observert per ti kvadratmeter. La θ være måleparameteren. Betegn målepopulasjonen ved U . La populasjonen U være delt inn i gjensidig eksklusive og uttømmende H undergrupper, *strata*, slik at $U = U_1 \cup U_2 \cup \dots \cup U_H$. La y_{hi} and a_{hi} være henholdsvis antall søppelenheter og målbar areal som svarer til det i te punktet i stratum h , der $h = 1, 2, \dots, H$. La $Y = \sum_h Y_h$ and $A = \sum_h A_h$ være det totale antall søppelenheter og det totale arealet i populasjonen, der Y_h er det totale antall søppelenheter og A_h er det totale målbare arealet i stratum h . Merk at i representerer to linjesegmenter på fem meter når i befinner seg på en gate med to målbare fortauer. Måleparameteren er gitt av

$$\theta = \frac{Y}{A} \cdot 10 = \frac{\sum_h \sum_{i \in U_h} y_{hi}}{\sum_h \sum_{i \in U_h} a_{hi}} \cdot 10 \quad (2.1)$$

Fordi både Y and A er ukjente, bør de estimeres ved å bruke utvalgsdata (se avsnitt 2.5).

2.4. Utvalgsdesign

Et stratifisert ett-trinns klyngeutvalgsdesign ble brukt å trekke utvalgspunkter for gatemålinger. Under et stratifisert utvalgsdesign er formålet å danne grupper så homogene som mulig, slik at designet kan være mer effektivt, dvs. mindre utvalgsvarians, enn uten stratifisering. I denne forbindelse ble Kristiansand kommune spurt om faktorer som kan påvirke forekomsten av søppel. Punktene i rammen for gatemålingen ble delt inn i syv grupper avhengig av hvorvidt de befinner seg i nærheten av bussholdeplasser, skoler, gatekjøkkener, dagligvarebutikker, andre mye besøkte steder, Strandpromenaden og andre steder.

Et punkt kan være i nærheten av flere typer steder, for vanligvis finnes det to fortauer som er knyttet til hvert punkt. Her er hvert punkt en *klynge*. Når et punkt trekkes ut, måles begge fortauer som svarer til punktet. Årsaken til dette er å redusere tiden brukt til datainnsamling. På denne måten blir antall målefelt nesten doblet uten å bruke ekstra tid på å identifisere et nytt punkt. Imidlertid kan det å representere to sider av gaten i en klynge føre til et problem i stratifiseringen. For eksempel kan det være et gatekjøkken på den ene siden og en skole på den andre siden. Da må den kategorien som best kjennetegner gaten velges som stratifiseringsgruppe. Kommunen må bestemme hvilken kategori som dominerer. Det er ellers mulig å opprette et nytt stratum som er en kryssklassifisering av to kategorier. Dette kan imidlertid føre til mange strata med få observasjoner, som kan føre til ustabile estimater av stratavarianser.

I utgangspunktet hadde vi tenkt å trekke fem prosent av punktene fra hvert stratum. Minste utvalgsstørrelse for hvert stratum ble satt til fire. Dette førte til en total utvalgsstørrelse på 40. Men fordi det ikke var mulig å måle 40 punkter – eller ekvivalent 80 målefelder – gitt tid og arbeidskraft, ble den totale utvalgsstørrelsen redusert fra 40 til 29. For dette designet med mindre utvalgsstørrelse hadde vi en minste utvalgsstørrelse per stratum på tre punkter. Utvalgsstørrelser er gitt i Tabell A.1. GPS-punkter ble systematisk trukket ut fra strata.

Et stratifisert utvalgsdesign ble brukt for parkmålingen. Parken av interesse, Gravaneparken, ble delt inn i to strata, gress og gangsti. Vi hadde en total utvalgsstørrelse på 22 punkter, fem prosent av populasjonen, som ble proporsjonalt allokert til strata. Men på grunn av mangel på arbeidskraft og tid ble data samlet inn fra omtrent bare halvparten av utvalgspunktene. Utvalgsstørrelser og antall

utvalgspunkter som ble målt er gitt i Tabell A.2. Utvalgspunkter ble tilfeldig trukket innenfor hvert stratum.

2.5. Punktestimering

La s_h være utvalget for stratum h , som trekkes ut fra stratumpopulasjonen U_h , slik at $s = s_1 \cup s_2 \cup \dots \cup s_H$. Under designet som har blitt beskrevet i avsnitt 2.4 har alle punkter innenfor et stratum samme trekk sannsynlighet, og den gis ved $\pi_{hi} = \pi_h = n_h/N_h$, der $i \in U_h$, n_h er utvalgsstørrelse til stratum h og N_h er populasjonsstørrelse til stratum h . Vær oppmerksom på at en del utvalgspunkter ikke kan observeres på grunn av pågående renoverings- eller byggearbeid. Disse punktene kan behandles som *frafall*. Betegn svarrate ved $p_h = m_h/n_h$, der $m_h \leq n_h$ er antall punkter som observeres. Undersøkelsevekten til et punkt i stratum h gis ved

$$w_{hi} = (\pi_{hi} p_h)^{-1} = \frac{N_h n_h}{n_h m_h} = \frac{N_h}{m_h}, \text{ for } i \in s_h.$$

La r_{hi} være responsindikator som tar verdien 1 når punktet $\{hi\}$ måles, og 0 ellers.

Populasjonsparameteren θ (se (2.1)) kan estimeres som følger.

$$\hat{\theta} = \frac{\hat{Y}}{\hat{A}} \cdot 10 = \frac{\sum_h \sum_{i \in s_h} w_{hi} y_{hi} r_{hi}}{\sum_h \sum_{i \in s_h} w_{hi} a_{hi} r_{hi}} \cdot 10. \quad (2.2)$$

Her antar vi at *frafall* skjer helt tilfeldig innenfor strata. Det finnes med andre ord ingen sammenheng mellom forekomsten av søppel og observerbarheten av punktene (se avsnitt 3.2).

2.6. Datainnsamling

Datainnsamlingen for pilotundersøkelsen startet mandag ettermiddag, 8. oktober 2018, og fortsatte til tirsdag ettermiddag, 9. oktober 2018. De svenske skjemaene ble brukt til datainnsamlingen. De to første målingene for både park- og gatemålinger ble utført i fellesskap. Datasamlerne ble delt inn i grupper med varierende størrelser mellom to og fire. Listen av utstyr som brukes i feltet oppgis av Svenske håndbøker (SCB, 2014, s.12; Ohlsson et al., 2017, s.5). En liste av utvalgspunkter, som også inkluderte punktenes GPS-koordinater, ble levert til hver gruppe. Gate- og satellittkart som viste plasseringene til utvalgspunktene ble også levert som støtte (se Figur A.9 og Figur A.10). Google-kartet ble brukt til å identifisere plasseringene til GPS-punktene i utvalget. Fordi projeksjonssystemet som ble brukt for utvalgsrammene (dvs. *ETRS 1989 UTM Zone 32N*) var forskjellig fra det som brukes av Google-kartet, ble de originale XY-koordinatene til punktene endret til *WGS 84 Web Mercator* koordinatsystemet (https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator_projection). Koordinater i det sistnevnte systemet ble brukt til å finne utvalgspunktene i feltet.

Når et utvalgspunkt på en gate identifiseres, tegnes en imaginær rett linje mot fortauene for å bestemme hvor vi skal starte å måle på fortauene. En avstand på fem meter måles fra startpunkt, mot nord eller med klokken i retning fra nord (se Figur A.4) langs siden av fortauet for å identifisere sluttpunkt. Start- og sluttpunktet er merket med kritt. Hvis bredden til målefeltet varierer, måles fortauets bredde hver halvmeter fra og med startpunktet til og med sluttpunktet. Målingene av bredde starter i veibanen, 15 cm fra fortauskanten (SCB, 2014, s.16). Den maksimale bredden som måles er fem meter. Datainnsamlingen starter så snart hele overflaten som skal måles er markert (se SCB (2014) for detaljer).

Parkmålinger er mye enklere enn gatemålinger. Når utvalgspunktet er identifisert, settes en pinne i bakken der punktet er plassert. Ved hjelp av et to meter langt tau markeres en sirkel med en radius på to meter rundt punktet, som blir det området der dataene samles inn.

Gatemålingene tok mye lengre tid enn parkmålingene. Datainnsamlingen tok i gjennomsnitt 20-45 minutter for et gatepunkt (dvs. to målinger: en måling på hver side), mens det tok rundt 5-10 minutter for et parkpunkt.

Det ble observert at tre personer per lag var det optimale antallet. To personer var litt for få, spesielt for gatemålinger. Mer enn tre personer førte til koordineringsproblemer og ineffektivitet i arbeidsdelingen, noe som økte tiden brukt til datainnsamling.

3. Undersøkelsesfeil

Undersøkelsesfeil kan bli klassifisert i to hovedkategorier: utvalgsfeil og ikke-utvalgsfeil. Sistnevnte består av deknings-/registerfeil, frafallsfeil, målefeil og databehandlingsfeil.

3.1. Utvalgsfeil

Utvalgsfeil oppstår fordi vi ikke observerer alle enhetene i populasjonsrammen. Den måles ofte ved utvalgsvariansen som estimeres ved

$$\widehat{\text{var}}(\hat{\theta}) = \frac{1}{\hat{A}^2} \sum_h (1 - \frac{m_h}{N_h}) \frac{1}{m_h} W_h^2 \hat{S}_h^2 \cdot 100 ,$$

for estimatoren $\hat{\theta}$ (se (2.2)), der $\hat{A} = \hat{A}/N$, $W_h = N_h/N$, med $N = \sum_h N_h$, \hat{S}_h^2 gis ved

$$\hat{S}_h^2 = \frac{1}{m_h - 1} \sum_{i \in S_h} r_{hi} (g_{hi} - \bar{g}_h)^2 ,$$

der $g_{hi} = y_{hi} - \hat{R} a_{hi}$, med $\hat{R} = \hat{Y}/\hat{A}$ og $\bar{g}_h = \sum_{i \in S_h} g_{hi} r_{hi} / m_h$.

Konfidensintervall brukes ofte for å tolke estimatene til interesseparameteren. Et 95 prosent konfidensintervall for $\hat{\theta}$ defineres ved

$$[\hat{\theta}(1 - \epsilon), \hat{\theta}(1 + \epsilon)] , \quad (3.1)$$

der ϵ er den *relative feilmarginen* gitt ved

$$\epsilon = \frac{\widehat{\text{var}}(\hat{\theta})}{\hat{\theta}} \cdot 1,96.$$

Konfidensintervallet (3.1) kan tolkes som at den sanne populasjonsverdien vil bli inkludert i 95 prosent av slike konfidensintervaller. Vi sier at vi er 95 prosent sikre på at den sanne verdien vil være innenfor (3.1).

3.2. Ikke-utvalgsfeil

Dekningsfeil

Dekningsfeil, overdekning og underdekning, oppstår på grunn av forskjellen mellom rammepopulasjonen og målepopulasjonen.

Overdekningsproblem oppstår når rammen inneholder enheter som ikke tilhører målepopulasjonen. Dette kan føre til overestimering av populasjonsparametre. Områdene som aldri kan måles vurderes som ikke-valgbare områder for søppelundersøkelsen. For eksempel, veier og veikryss kan ikke måles på grunn av sikkerheten. Dermed utelukkes disse områdene fra undersøkelsen. På samme måte er faste gjenstander i parkene, bygninger, dammer, osv., som gjør det umulig å utføre målinger, heller ikke dekket av undersøkelsen. Overdekning skjer når populasjonsrammen inkluderer firkant- eller linjepunkter som plasserer seg på slike områder. Disse punktene skal tas ut av rammen så mye som mulig for å minimere overdekningsproblemet.

Underdekning skjer når rammen ikke inneholder alle enhetene i målepopulasjonen. For pilotundersøkelsen ble punkter som representerte linjer med lengder mindre enn fem meter ekskludert fra rammen for enkelhets skyld. Disse punktene er plassert nær hjørnet av fortauene der to veier krysser. Dette kan resultere i underestimering av populasjonsparametrene.

Frafallsfeil

Frafallsfeil oppstår når vi ikke måler alle valgbare utvalgspunkter. En del punkter kan ikke måles på grunn av renovering og/eller byggearbeid. Frafall fører til skjevhet i estimatene hvis forekomsten av søppel oppnådd fra de observerte punktene avviker fra hva som ville ha blitt oppnådd dersom alle punktene i utvalget hadde blitt observert. De observerte punktene vektet for å kompensere for de som ikke observeres (se avsnitt 2.5). For estimering uten skjevhet antar vi at frafall skjer uavhengig av hva som måles.

For pilotundersøkelsen ble alle punkter i utvalget observert, dvs. $m_h = n_h$. For en del punkter kunne imidlertid kun ett fortau bli observert på grunn av pågående byggearbeid eller rett og slett at det andre fortauet manglet (f.eks. Strandpromenaden). Tabell A.1 og Tabell A.2 viser antall utvalgspunkter og antall tilsvarende fortauer observert for hvert stratum.

Målefeil

Målefeil oppstår når den observerte verdien i undersøkelsen avviker fra den sanne verdien. Det kan være ganske alvorlig, spesielt når avviket har en tendens å skje i én retning, noe som fører til *måleskjevhet*. En god planlegging av undersøkelsen kan bidra til å redusere målefeil.

I søppelundersøkelsen skjer målefeil for det meste når man teller og kategoriserer søppelet observert i feltet. For det første må det være veldefinert hva som menes med søppel. Noe organisk avfall, for eksempel, kan ikke ses på som søppel fordi det kan forsvinne i naturen i løpet av kort tid uten å forårsake miljøproblemer. På samme måte kan søppel av liten størrelse utelukkes fra undersøkelse. Slikt søppel blir noen ganger ikke sett av datasamlerne, eller ikke kategorisert riktig hvis det blir observert. Materialet det er laget av blir kanskje heller ikke identifisert riktig. Telling av tyggegummi kan også være problematisk, for noe tyggegummi kan ha ligget på overflaten i lang tid, og derfor ikke kan skilles fra andre grå flekker på fortauene.

Målefeil kan også oppstå fordi enkelte områder telles to ganger. For eksempel kan hjørnene som binder to fortauer som ligger langs siden av to forskjellige gater telles to ganger fordi de vanligvis representeres av to forskjellige linjer. Designvekter for disse punktene kan justeres på en slik måte at målingene på hjørnet tas hensyn til i estimeringen bare en gang. Dobbelttelling kan også forekomme når linjer, som er mindre enn fem meter og ligger akkurat før veikryssene, ikke fullføres til fem meter på fortauet like etter veikrysset i populasjonsrammen. Dette kan unngås ved å bruke den ideelle måten i utarbeidelsen av rammen (se Figur A.6). Hvis det i praksis er vanskelig å oppnå det, så kan en passende vektingsmetode brukes i estimeringen for å unngå dobbelttelling av det samme området. En annen løsning kan være å endre instruksjonene til datainnsamlingen på en slik måte at man ikke måler på det neste fortauet like etter veikrysset i de tilfeller der lengden til målefortauet er mindre enn fem meter eller utvalgspunktet ligger i et veikryss. Det første tilfellet krever en endring i spørreskjemaet. Da vil man opprette et felt i spørreskjemaet hvor lengden på måleområdet kan registreres. Når det gjelder det andre tilfellet, skal ingen målinger utføres på punktene som ligger i veikrysset. De skal vurderes som ikke-valgbare punkter, og kommenteres som «måling kunne ikke gjennomføres på grunn av veikryss».

På grunn av feil i GPS-mottakeren kan eksakt plassering av utvalgspunkter i feltet ikke oppnås. Det var for eksempel noen problemer med bruken av Google-kartet på mobiltelefonene i pilotundersøkelsen. Noen ganger kunne mobiltelefonene ikke vise de riktige plasseringene. Da kunne retningen fra stedet der datainnsamlerene sto til utvalgspunktene bli feil. Derfor anbefales det å bruke en GPS-mottaker med stor nøyaktighet. Dessuten er det viktig å ikke bare stole på GPS-mottakeren, men også å bruke kartene som støtte for å dobbeltsjekke plasseringene til utvalgspunktene.

En annen målefeil kan oppstå på grunn av vind. Hvis datainnsamlingen skjer på en dag med mye vind, kan søppelet på målestedet blåse vekk fra stedet, eller annet søppel blåse inn på målestedet. Datainnsamlerene bør avgjøre om de skal telle dette søppelet eller ikke. Hvis vinden anses å være for kraftig, bør datainnsamlingen utføres en annen dag.

Mengden søppel kan bli sterkt påvirket av været, rengjøring/feing og sporadiske hendelser som for eksempel festivaler. Innsamling av data like etter at en konsert har blitt holdt i parken kan føre til overtelling av søppel. På samme måte kan innsamling av data like før eller etter en rengjøring føre til målefeil. Det vil heller ikke være fornuftig å samle inn data når det er snø på marken. Derfor er valg av datainnsamlingsperiode og tildelingen av utvalgspunkter til dager/tider innenfor denne perioden svært viktig. Gresset i parker og grønne områder bør være kort nok til at målingene kan utføres uten problemer. Høyt gress kan føre til at man ikke kan se søppel på marken, noe som fører til målefeil.

Det anbefales å utføre undersøkelsen i løpet av mai-september for å unngå vær som kan påvirke målingene. Datainnsamling bør ikke utføres like etter spesielle arrangementer. Allokeringen av utvalgspunkter bør gjøres ved å ta hensyn til rengjøring og/eller feing. For parker som rengjøres minst én gang per uke, bør datainnsamlingsperioden være minst én uke. Utvalgspunktene kan tildeles hver dag, inkludert helgen, for å balansere virkningene av rengjøringsarbeidet på forekomsten av søppel.

Allokeringen for gatemålinger er mer komplisert ettersom tid for rengjøring kan variere fra gate til gate. Det anbefales å velge en periode som dekker minst en rengjøringssyklus som datainnsamlingsperiode for gatemålinger. Her henviser rengjøringssyklusen til perioden mellom to tidspunkter når rengjøring og/eller

feiging utføres, og den kan variere fra gate til gate. Det er viktig å jevnt allokere utvalgspunktene til dager og klokkeslett i datainnsamlingsperioden.

Målefeil på grunn av rengjøring/feiging kan ikke helt unngås, og de kan ha stor påvirkning på estimatene for et bestemt år. Imidlertid kan effekten av målefeil ikke blir et like stort problem for endringstall, som er viktigere for søppelundersøkelsen, så lenge de samme utvalgspunktene måles i den samme datainnsamlingsperioden over tid. Effekten av målefeil på estimater for endringstall reduseres når vi har målefeil som påvirker estimatene i de enkelte årene i samme retning.

Databehandlingsfeil

Databehandlingsfeil oppstår når opplysningene er uriktig eller ufullstendig registrert på spørreskjemaene. Uriktige og ufullstendige registreringer kan også forekomme når skjemaene er digitalisert. Det er viktig å dobbeltsjekke om spørreskjemaene er fullstendig fylt ut, og at opplysningene på skjemaene er digitalisert uten feil. Logiske kontroller skal utføres på dataene før dataanalysen. Dataredigering, som også kan innføre noen feil, kan være nødvendig i tilfelle av inkonsekvenser eller åpenbare feil. For å unngå inkonsekvenser, ufullstendige opplysninger og/eller manglende skjemaer, kan dataene registreres direkte under datainnsamlingen gjennom et online dataregistreringssystem. Da kan spørreskjemaene automatisk gå gjennom logiske kontroller.

4. Resultater

I dette avsnittet presenteres punkt- og presisjonsestimater fra pilotundersøkelsen. Antall utvalgspunkter i pilotundersøkelsen er ganske lite, slik at utvalgsvariansene til punktestimatorene er ganske høye. Imidlertid er det prosessene vedrørende feltarbeidet som er det viktigste i pilotundersøkelsen, ikke estimeringen.

Den første vurderingen av fordeling av søppel i gatene og Gravaneparken gis i Tabell 4.1 og Tabell 4.2. De fleste av gatene forventes å ha lite søppel, mens ingen steder forventes å ha ekstreme mengder søppel. I Gravaneparken vurderes søppelsituasjonen ved første blick som *ikke noe søppel*. Dette betyr ikke at det ikke finnes søppel der. Det er bare en subjektiv vurdering av hvordan man opplever mengden av søppel ved første øyekast, og dette kan variere fra person til person.

Tabell 4.1 Fordelingen av søppel i gatene, første vurdering. Prosent

Søppelsituasjon	Totalt	BHP	Skole	DV	GK	MBØ	Resten	SP
Ikke noe søppel	21	0	17	0	0	33	18	50
Lite søppel	73	67	83	100	60	67	76	50
Mye søppel	5	33	0	0	20	0	6	0
Veldig mye søppel	1	0	0	0	20	0	0	0
Ekstremt mye søppel	0	0	0	0	0	0	0	0

BHP: bussholdeplass, DV: dagligvare, GK: gatekjøkken, MBØ: mye besøkende øvrig, SP: strandpromenaden

Tabell 4.2 Fordelingen av søppel i Gravaneparken, første vurdering. Prosent

Søppelsituasjon	Totalt	Gressområder	Gangstier
Ikke noe søppel	100	100	100
Lite søppel	0	0	0
Mye søppel	0	0	0
Veldig mye søppel	0	0	0
Ekstremt mye søppel	0	0	0

Tabell 4.3 Punktestimatene av antall søppelenheter per ti kvadratmeter og de relative feilmarginene (i parenteser). Estimatenes gjelder til gatemålinger

Søppeltype	Totalt	BHP	Skole	DV	GK	MBØ	Resten	SP
Alt	16,47 (E)	29,63 (E)	26,05 (E)	15,94 (F)	43,83 (F)	13,44 (F)	16,74 (E)	5,29 (F)
Plast	1,94 (F)	2,43 (D)	1,32 (E)	2,36 (F)	9,12 (G)	0,78 (E)	2,10 (F)	0,31 (F)
Papir	0,85 (F)	0,55 (F)	0,07 (G)	0,20 (F)	0,87 (G)	0,14 (G)	1,62 (F)	0,00 (..)
Glass	0,31 (F)	0,08 (G)	0,07 (G)	0,10 (G)	0,00 (..)	0,14 (G)	0,55 (F)	0,10 (G)
Metall	0,66 (F)	0,55 (F)	0,74 (F)	1,18 (F)	0,87 (G)	0,21 (G)	0,84 (F)	0,31 (F)
Organisk	0,09 (F)	0,24 (G)	0,59 (G)	0,00 (..)	0,25 (G)	0,00 (..)	0,06 (G)	0,10 (G)
Sigarettsneip	3,67 (E)	7,76 (F)	4,64 (F)	2,46 (F)	7,49 (F)	3,32 (G)	3,56 (F)	2,95 (F)
Snus	1,50 (E)	3,53 (F)	2,28 (E)	2,26 (F)	4,00 (E)	0,35 (F)	1,59 (E)	0,81 (F)
Tyggegummi	7,22 (E)	14,35 (D)	16,11 (E)	7,18 (F)	20,60 (F)	8,28 (F)	6,15 (F)	0,61 (G)
Øvrig	0,24 (F)	0,16 (F)	0,22 (F)	0,20 (G)	0,62 (G)	0,21 (G)	0,26 (F)	0,10 (G)

BHP: bussholdeplass, DV: daglivare, GK: gatekjøkken, MBØ: mye besøkende øvrig, SP: strandpromenaden.
 Feilmarginene i bokstaver innenfor parenteser: A: 0-2%, B: >2-5%, C: >5-10%, D: >10-20%, E: >20-50%, F: >50-100%, G: >100%, ..: oppgave mangler.

Tabell 4.4 Punktestimatene til antall søppelenheter per ti kvadratmeter og de relative feilmarginene (i parenteser). Estimatenes gjelder målinger i Gravaneparken

Søppeltype	Totalt	Gressområder	Gangstier
Alt	5,78 (F)	1,07 (F)	10,94 (F)
Plast	1,03 (F)	0,83 (F)	1,25 (F)
Papir	0,20 (G)	0,24 (G)	0,16 (G)
Glass	0,22 (G)	0,00 (..)	0,47 (G)
Metall	0,22 (F)	0,00 (..)	0,47 (F)
Organisk	0,07 (G)	0,00 (..)	0,16 (G)
Sigarettsneip	2,01 (G)	0,00 (..)	4,22 (G)
Snus	0,97 (F)	0,00 (..)	2,03 (F)
Tyggegummi	0,82 (F)	0,00 (..)	1,72 (F)
Øvrig	0,22 (G)	0,00 (..)	0,47 (G)

Feilmarginene i bokstaver innenfor parenteser: A: 0-2%, B: >2-5%, C: >5-10%, D: >10-20%, E: >20-50%, F: >50-100%, G: >100%, ..: oppgave mangler.

Punktestimatene og de relative feilmarginene i bokstaver (i parenteser) presenteres i Tabell 4.3 og Tabell 4.4. Estimatenes har stor usikkerhet på grunn av små utvalgsstørrelser. Tallene knyttet til sigarettneiper og tyggegummier er høyere enn for andre typer av søppel. Estimatenes for de totale antall søppelenheter i strata gatekjøkken, bussholdeplass og skole er mye høyere enn for de andre. I Gravaneparken ble det meste av søppelet observert i gangstier. Men gresset i parken var ganske høyt, noe som gjorde det vanskelig å gjøre pålitelige målinger.

5. Noen sluttkommentarer

5.1. Sammenligninger

Over tid

Hovedformålet med søppelundersøkelsen er å følge søppelsituasjonen over tid, og å finne tiltak for å bekjempe forsøpling. Derfor bør undersøkelsen gjennomføres periodisk, for eksempel minst en gang per år. Det å observere samme utvalgs-punkter vil gi mer nøyaktige estimater for endringstall. For sammenlignbarhet over tid vil det være viktig å gjennomføre undersøkelsen under lignende vilkår, med hensyn til vær og tid for rengjøring.

Mellom kommuner

Sammenligning på tvers av kommuner kan også være interessant, men dette bør gjøres med forsiktighet. Faktorer som kan påvirke mengden av søppel, slik som daglig befolkningstetthet, trafikkvolum og værforholdene under datainnsamlingen, må tas hensyn til. En direkte sammenligning av estimater, uten å vurdere slike faktorer, kan være villedende. For eksempel, anta at det er to kommuner med henholdsvis totalt antall søppelenheter 4 og 20 per ti kvadratmeter. Anta også at den daglige befolkningstettheten i områdene av interesse er henholdsvis 10 og 100 per km². Det blir da ikke riktig å påstå at den første kommunen gjør en bedre jobb i kampen mot forsøpling, for mengden av søppel per individ faktisk er mye høyere i

den første kommunen enn i den andre. Andre faktorer må selvfølgelig også vurderes i sammenligningen.

5.2. Andre hensyn

I pilotundersøkelsen var det bemerkelsesverdig at søppeltyper som sigarettneiper, snus og tyggegummier ble observert i nesten alle utvalgsområder, mens forekomsten av søppel som glass, metall, osv. var ganske lav som eventuelt kan føre til økning i utvalgsvariansen. Ulike utvalgsdesigner kan derfor benyttes for ulike typer av søppel for å øke presisjonen. I tilfelle endringer i datainnsamlingen, må spørreskjemaene tilpasses tilsvarende.

For eksempel kan hele eller det meste av området observeres for å finne store og sjeldne gjenstander. For andre gjenstander kan en mindre utvalgsstørrelse være tilstrekkelig. Imidlertid kan det ikke være praktisk å måle bredder og lengder av fortauer i hele måleområdet til gatemålinger. I stedet kan man vurdere å beregne arealet på en omtrentlig måte ved hjelp av for eksempel gatekartene.

Den subjektive vurderingen, som ikke krever nøyaktige målinger eller beregninger, av mengden søppel, kan faktisk også si oss mye om søppelsituasjon. Denne vurderingen kan gjøres i hele eller størsteparten av området.

Til slutt vil vi nevne at det kan være lurt å sette en terskelgrense for søppelstørrelsen, slik at de som er under terskelen ikke måles. Dette kan redusere målefeilen på grunn av uriktig telling og feilklassifisering av svært små gjenstander.

Referanser

- Ohlsson, M., Svanström, S. & Dimberg, A. (2017). Skräpmätningar i parker, grönområden och mindre tätorter. Statistics Sweden og Keep Sweden Tidy Foundation.
- SCB (2014). Manual för skräpmätningar i gatumiljö. Statistics Sweden og Keep Sweden Tidy Foundation.

Vedlegg A: Tabeller og Figurer

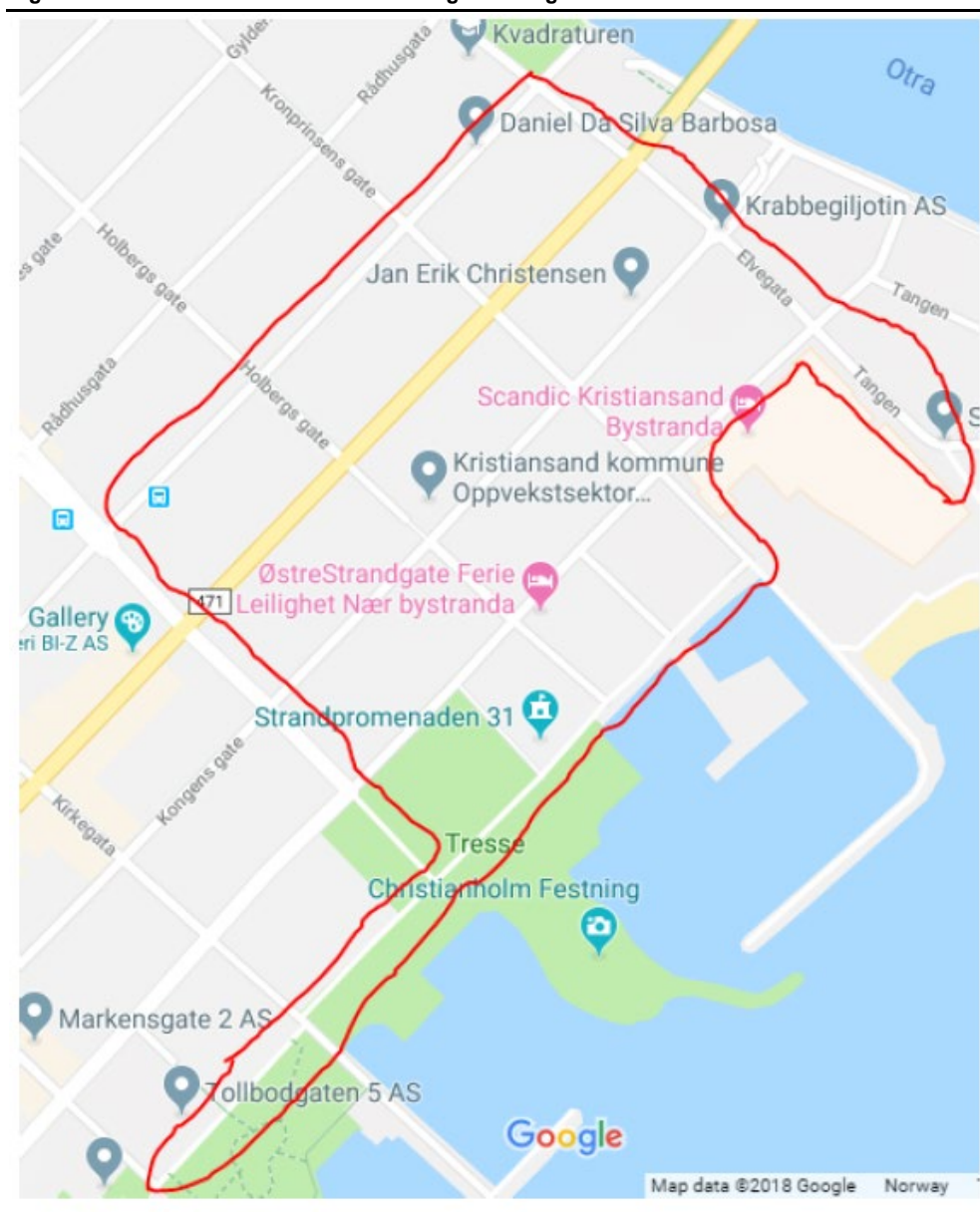
Tabell A.1 Populasjons- og utvalgsstørrelser, og antall utvalgspunkter og fortauer målt i byen

Stratum	N_h	n_h	m_h	Antall fortauer målt
Totalt	590	29	29	49
Busholdeplass	11	3	3	6
Skole	18	3	3	6
Gatekjøkken	36	3	3	5
Dagligvare	51	3	3	5
Mye besøkende øvrig	79	3	3	6
Strandpromenaden	111	4	4	4
Øvrig	284	10	10	17

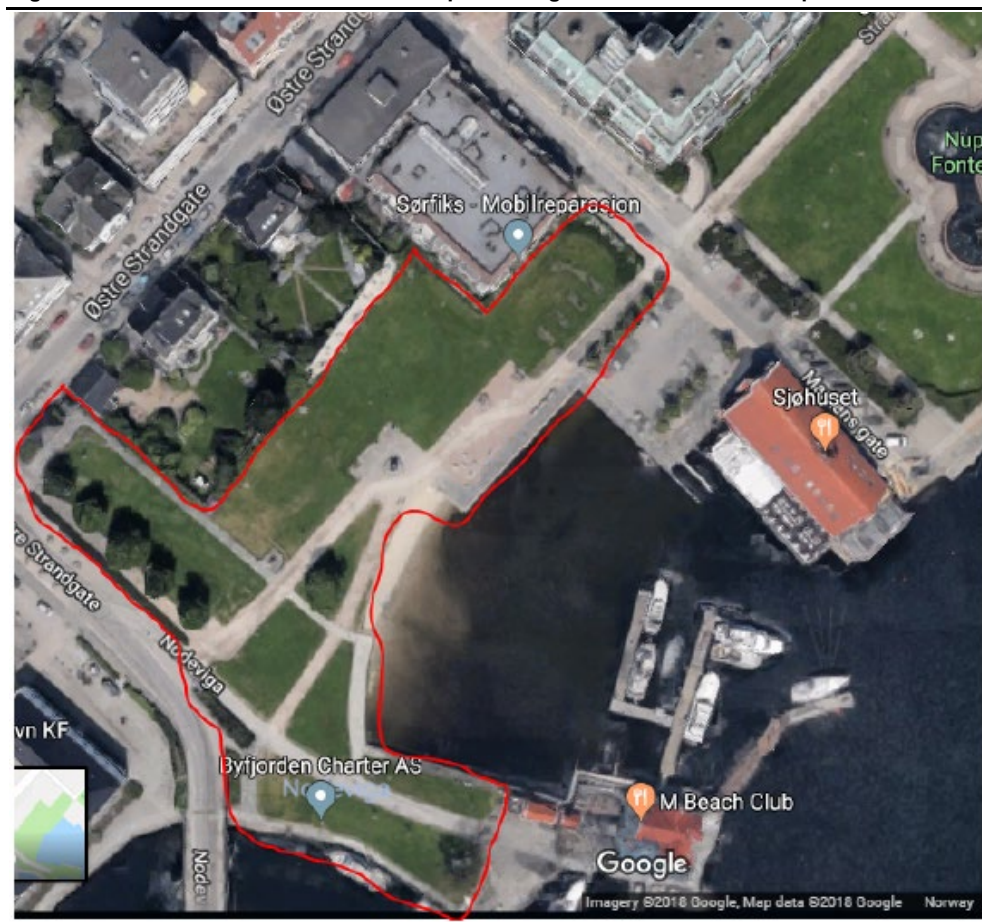
Tabell A.2 Populasjons- og utvalgsstørrelser, og antall utvalgspunkter målt i Graveneparken

Stratum	N_h	n_h	m_h
Totalt	428	22	10
Gressområder	238	12	6
Gangstier	190	10	4

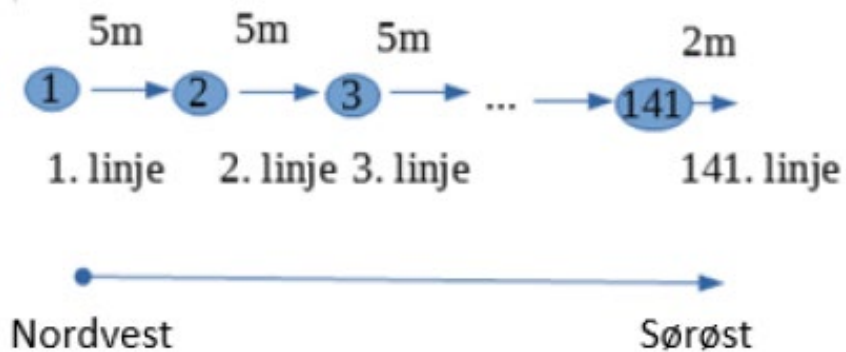
Figur A.1 Måleområdet av interesse for gatemålinger i Kristiansand



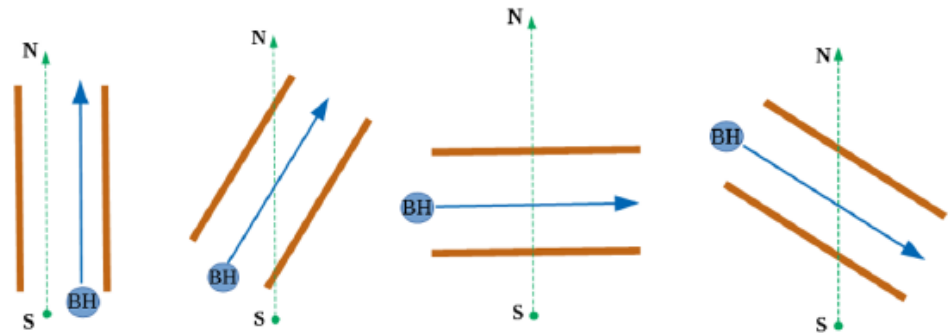
Figur A.2 Måleområdet av interesse for parkmålinger i Kristiansand: Graveparken



Figur A.3 Eksempel: plassering av punkter på en gate i retning nordvest til sørøst



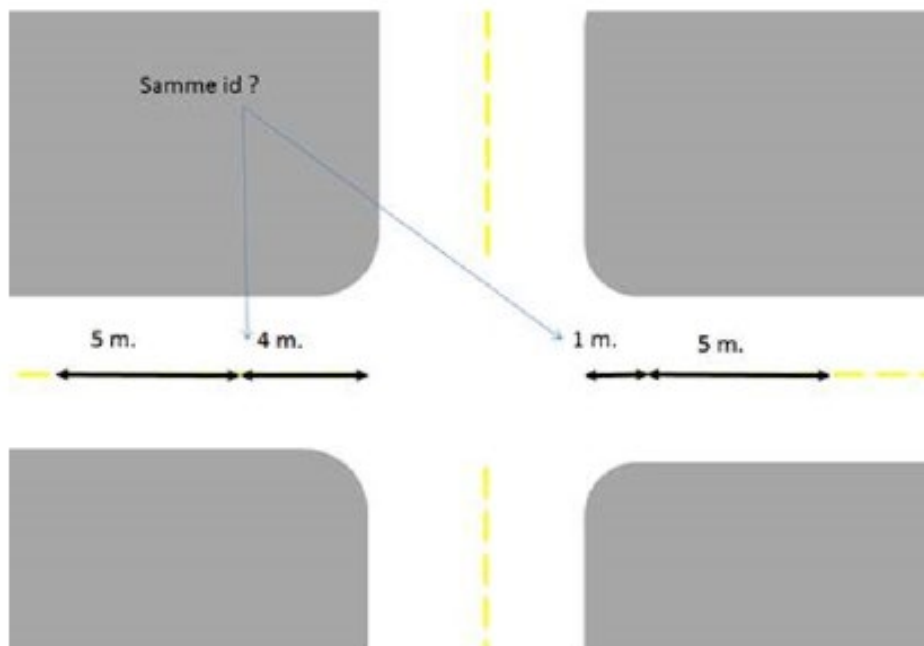
Figur A.4 Eksempel: plassering av punkter på en gate i retning nordvest til sørøst



Figur A.5 Retninger for plassering av punkter i måleområdet av interesse i pilotundersøkelsen i Kristiansand



Figur A.6 Et eksempel som viser hvordan punkter bør plasseres på en ideell måte

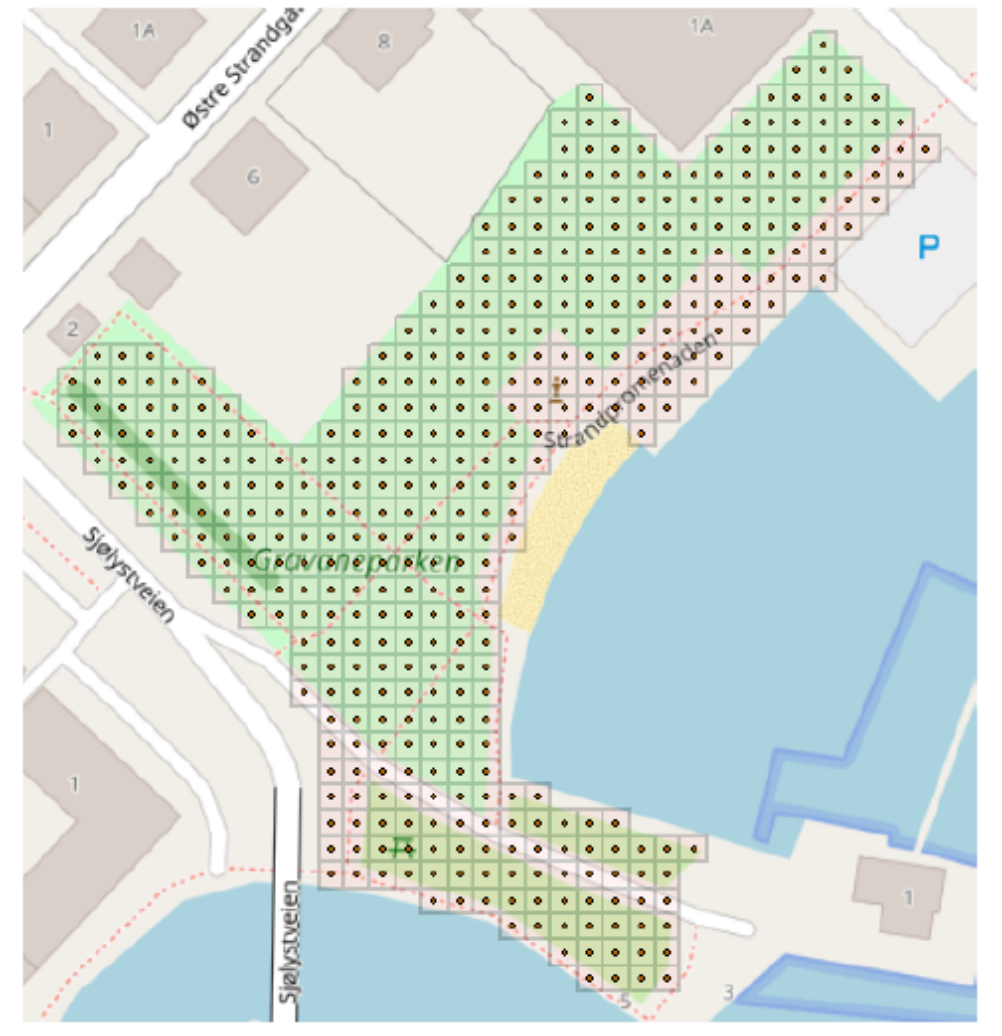


Kilde: Tegnet av Michael Froentjes, Kristiansand kommune, Norge

Figur A.7 Punkter i utvalgsrammen for gatemålinger



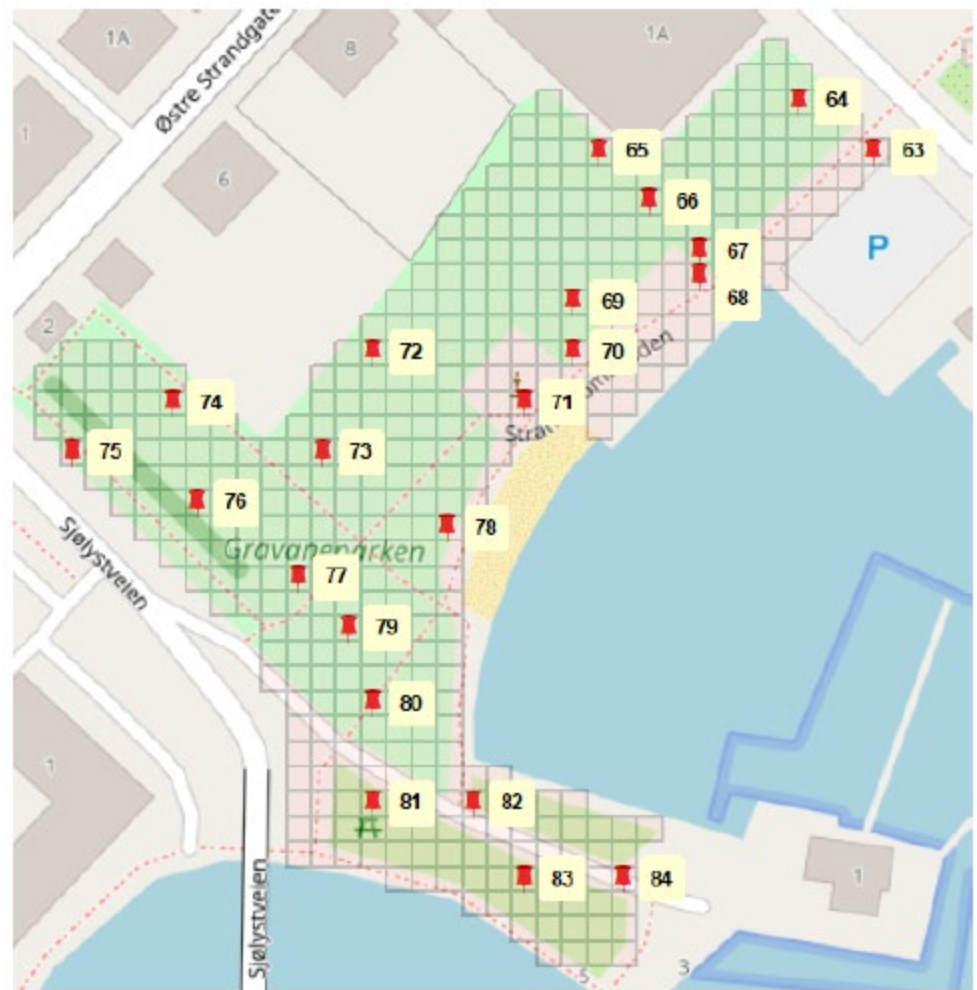
Figur A.8 Punkter i utvalgsrammen for Gravaneparken



Figur A.9 Utvalgspunkter for gatemålinger



Figur A.10 Utvalgspunkter i Graveneparken



Figurregister

Figur A.1	Måleområdet av interesse for gatemålinger i Kristiansand	17
Figur A.2	Måleområdet av interesse for parkmålinger i Kristiansand: Graveneparken.....	18
Figur A.3	Eksempel: plassering av punkter på en gate i retning nordvest til sørøst	18
Figur A.4	Eksempel: plassering av punkter på en gate i retning nordvest til sørøst	19
Figur A.5	Retninger for plassering av punkter i måleområdet av interesse i pilotundersøkelsen i Kristiansand	19
Figur A.6	Et eksempel som viser hvordan punkter bør plasseres på en ideell måte	20
Figur A.7	Punkter i utvalgsrammen for gatemålinger	20
Figur A.8	Punkter i utvalgsrammen for Graveneparken	21
Figur A.9	Utvalgspunkter for gatemålinger	22
Figur A.10	Utvalgspunkter i Graveneparken.....	23

Tabellregister

Tabell 4.1	Fordelingen av søppel i gatene, første vurdering. Prosent	13
Tabell 4.2	Fordelingen av søppel i Graveneparken, første vurdering. Prosent.....	13
Tabell 4.3	Punktestimaterne av antall søppelenheter per ti kvadratmeter og de relative feilmarginene (i parenteser). Estimaterne gjelder til gatemålinger	14
Tabell 4.4	Punktestimaterne til antall søppelenheter per ti kvadratmeter og de relative feilmarginene (i parenteser). Estimaterne gjelder målinger i Graveneparken .	14
Tabell A.1	Populasjons- og utvalgsstørrelser, og antall utvalgspunkter og fortauer målt i byen	17
Tabell A.2	Populasjons- og utvalgsstørrelser, og antall utvalgspunkter målt i Graveneparken	17