

NILU OR: 58/87

NILU OR : 58/87  
REFERANSE: O-8153  
E-8070  
DATO : OKTOBER 1987  
ISBN : 82-7247-853-6

## BEREGNINGER AV LUFTFORURENSNINGER I ELVERUM

Ivar Haugsbakk og Jørgen Schjoldager



**NILU**

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING**  
**Norwegian Institute For Air Research**  
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY

NILU OR : 58/87  
REFERANSE: O-8153  
E-8070  
DATO : OKTOBER 1987  
ISBN : 82-7247-853-6

BEREGNINGER AV LUFTFORURENSNINGER  
I ELVERUM

Ivar Haugsbakk og Jørgen Schjoldager

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

## SAMMENDRAG

Vi har beregnet luftkonsentrasjoner i Elverum av partikler, bly (Pb), kalium (K), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og benzo(a)-pyren (BaP). Beregningene omfatter både midlere konsentrasjoner om vinteren og konsentrasjoner i et kaldt vinterdøgn.

Beregningsgrunnlaget er forbrukstall av ved og olje, samt utslipp fra trafikken. Forbrukstall for olje og ved er velvilligst stilt til disposisjon av ingeniørfirmaet Rolf Aalerud A/S. Utslippsfaktorene for vedfyring er usikre; særlig gjelder dette verdiene for partikler, PAH og BaP. I utslippsfaktorene for trafikk er det forutsatt en dieselandel på 10% og blyinnhold i bensin som var typisk for begynnelsen av 1980-tallet. Den geografiske fordeling av oljefyring, vedfyring og trafikkarbeid har bare vært delvis kjent.

Data for atmosfæriske spredningsforhold var bare delvis tilgjengelige, og beregningene bygger på antakelser av stabilitetsforhold. Denne svakhet i datagrunnlaget har antakelig påvirket resultatene. Sammen med usikkerheten i utslippene har dette medført at beregningene er svært usikre.

De beregnede konsentrasjonene av partikler og kalium for hele vinterperioden stemte rimelig godt overens med måleresultatene. For de øvrige stoffer ble det beregnet lavere konsentrasjoner enn de målte verdiene. Dette gjaldt særlig for bly.

De beregnede døgnverdiene av partikler og til dels PAH stemte rimelig godt overens med måleresultatene. For kalium ble det beregnet høyere konsentrasjoner enn målingene viser på to av tre målesteder. For de øvrige stoffer ble det beregnet lavere konsentrasjoner enn målingene skulle tilsi. Forskjellen mellom beregninger og målinger var også her størst for bly.

Beregningene viste at vedfyring bidro mest til konsentrasjonene av partikler, PAH og BaP. Dette var i samsvar med tidligere undersøkelser i Elverum.



## INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	5
2 DATAGRUNNLAG .....	6
2.1 Utslipp .....	6
2.2 Utslippsfaktorer .....	11
2.3 Spredningsforhold .....	14
2.4 Beregningsmetoder .....	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON .....	14
3.1 Beregninger for en vinterperiode .....	15
3.2 Beregninger for et kaldt døgn .....	21
4 KONKLUSJON .....	27
5 REFERANSER .....	27
VEDLEGG A: Vind- og stabilitetsfordeling i Elverum .....	29
VEDLEGG B: Utslipp fra ulike kildegrupper i Elverum, gjennomsnitt for vinteren .....	33
VEDLEGG C: Beregning av konsentrasjoner fra de enkelte kildegruppene for partikler, PAH og BaP .....	47



## BEREGNINGER AV LUFFORURENSNINGER I ELVERUM

### 1 INNLEDNING

Hensikten med prosjektet har vært å beregne konsentrasjonen av en del viktige luftforurensninger fra vedfyring. Elverum ble valgt ut som et typisk tettsted der det ble antatt at det var utstrakt fyring med ved. Oppdragsgiver har vært Statens forurensningstilsyn (SFT).

Målinger av luftforurensninger i Elverum ble gjennomført vintrene 1981, 1982 og 1983 (Ramdahl et al., 1982; Schjoldager et al., 1986). Målingene viste relativt høye konsentrasjoner av partikler og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Ved hjelp av isotopen karbon-14, som er spesifikk for fyring med biomasse, ble det fastslått at størstedelen av karboninnholdet i luften kom fra fyring med biomasse. Lave konsentrasjoner av bly i luften viste at biltrafikken neppe kunne gi et vesentlig bidrag til partikkelkonsentrasjonen. Det ble derfor konkludert at fyring med ved sannsynligvis var hovedkilden til partikler og PAH i luften.

I denne rapporten blir det redegjort for forsøk med å beregne konsentrasjoner av en del viktige luftforurensninger i Elverum. Slike beregninger har den fordel framfor målinger at konsentrasjonsfordelingen over tettstedet framkommer. Beregningene krever imidlertid data for utslipp og atmosfæriske spredningsforhold. Slike data var bare delvis tilgjengelige for Elverum. Beregningene må derfor karakteriseres som usikre.

Beregningene er sammenliknet med måleresultater, og en del avvik er nærmere drøftet. Det er vist beregninger av langtidsverdier som skal være typiske for vinteren, og beregninger for et kaldt døgn da energiforbruket er antatt å være vesentlig større enn gjennomsnittlig for vinteren.

Beregningene er utført for følgende fem stoffer:

- 1) Partikler
- 2) Bly (Pb)
- 3) Kalium (K)
- 4) Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- 5) Benzo(a)pyren (BaP)

Med partikler menes "respirable partikler", dvs. de partiklene som har aerodynamisk diameter mindre enn ca. 2,5  $\mu\text{m}$ , og som derved bringes ned i lungene ved innånding.

Bly (Pb) er tatt med fordi det er spesifikt for utslipp fra bensinbiler. Beregningene skal være representative for tida før blyfri bensin ble innført i Norge.

Kalium (K) finnes i trevirke og annen biomasse og er derfor en indikator på fyring med ved.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) består av en rekke komponenter som slippes ut både fra oljefyring, vedfyring og biltrafikk. Benzo(a)pyren (BaP) er en av de mest kreftfremkallende PAH-komponentene. Beregningene i denne rapporten gjelder PAH og BaP på partikler i lufta.

Alle de fem stoffene ble målt i Elverum vintrene 1981-83. Kartskisse for Elverum er vist i figur 1.

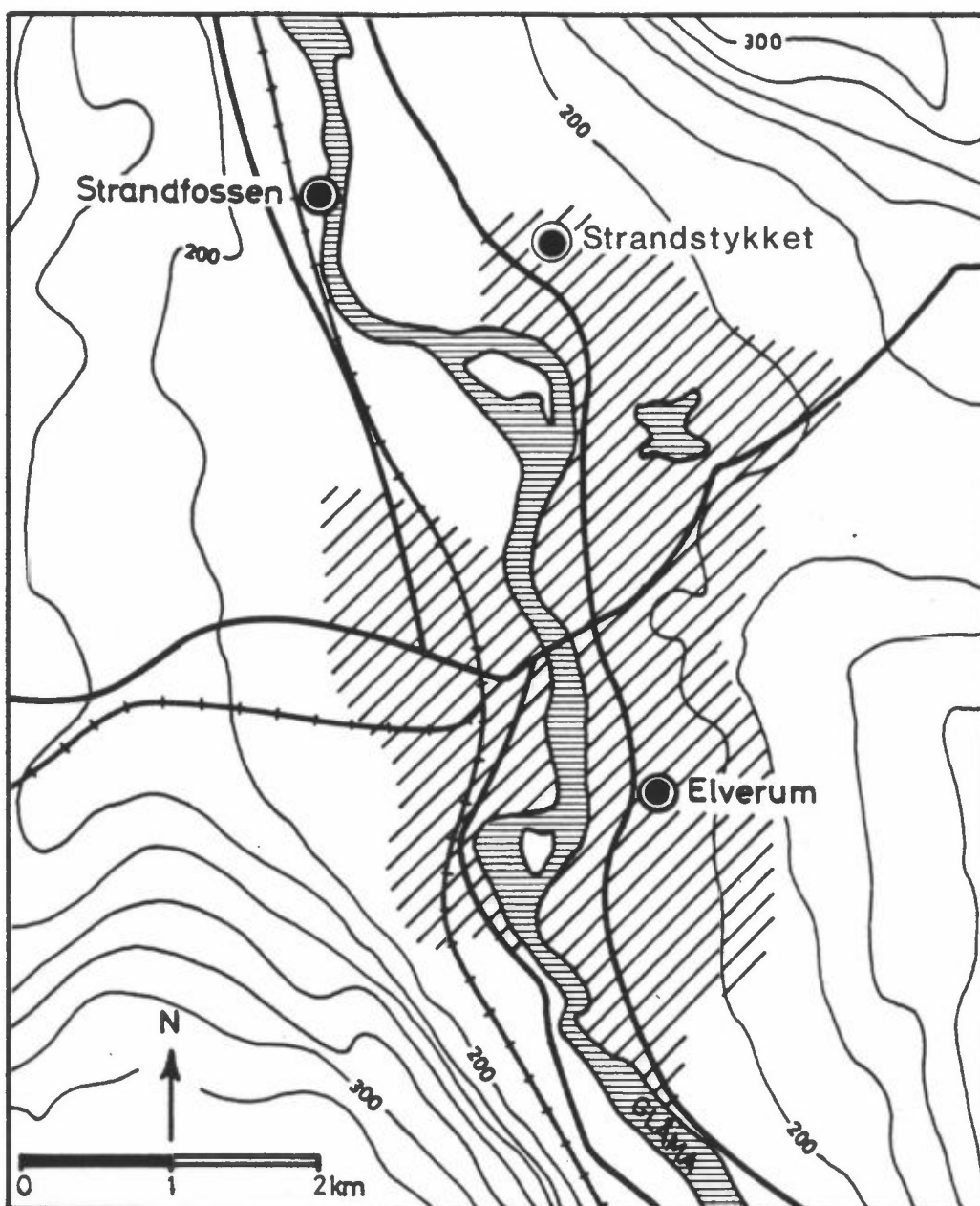
## 2 DATAGRUNNLAG

### 2.1 UTSLIPP

#### a) Oljefyring

Forbruket av olje i Elverum er undersøkt av ingeniørfirmaet Rolf Aalerud A/S, som en del av en varmeplan for Elverum. Oppdragsgiver var Elverum elektrisitetsverk. Rolf Aalerud A/S stilte velvilligst grunnlagsmaterialet til disposisjon for NILU. Dette besto av oljeforbruket





Figur 1: Kartskisse av Elverum (ekvidistanse 20 m).  
 Målinger av luftforurensninger 1983: Strandstykket  
 Målinger av luftforurensninger 1982: Elverum og  
 Strandfossen  
 Målinger av vind 1982 og 1983 : Strandfossen.

i hele tettstedet, og for ca 100 enkeltutslipp, bl.a. handelsbedrifter, industribedrifter og bolighus. Alt forbruk var lett fyringsolje. Samlet forbruk var ca 8000 m<sup>3</sup>/a.

NILU fordelte utslippene i et rutenett på 300 m x 300 m i tettstedet som vist i figur 2. Det årlige forbruket ble regnet om til et forbruk pr. time ved å anta at forbruket skjedde jevnt over fire vintermåneder. Et døgn med stort forbruk ble videre anslått til å ha 50% større forbruk enn det gjennomsnittlige. Figur 2 viser årsforbruk av lett fyringsolje.

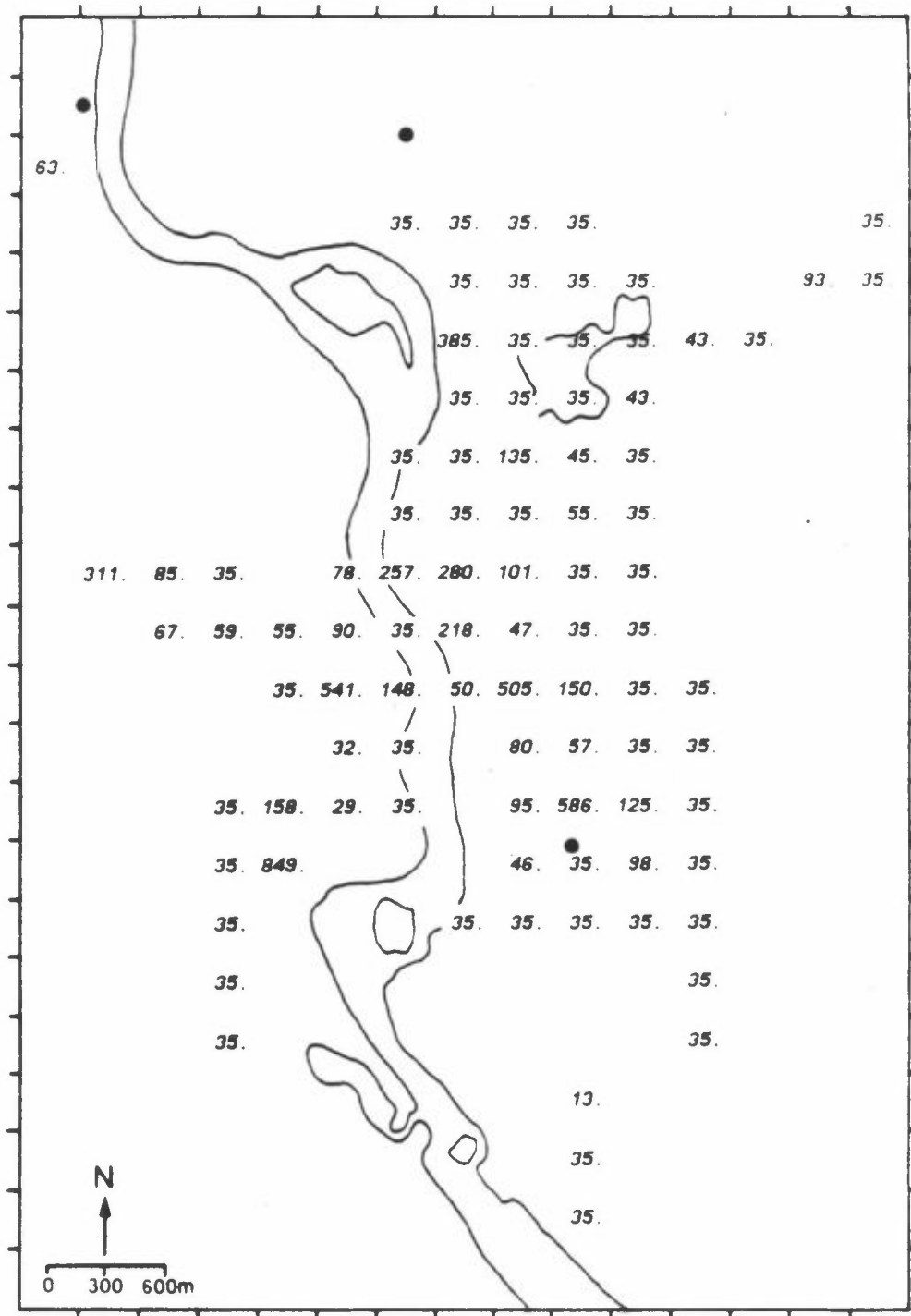
#### b) Vedfyring

Rolf Aalerud A/S har anslått det årlige vedforbruket i Elverum tettsted til 2600 tonn. Rådet for natur- og miljøfag, Universitetet i Oslo, har anslått forbruket til 4200 tonn (Pedersen et al., 1982). Dette store avviket er ikke overraskende. Det er store usikkerheter knyttet til overslag over forbruk av ved, særlig på steder der det er lett å skaffe ved ved sjølhogst. NILU har valgt å bruke gjennomsnittsverdien av de to tallene i beregningene.

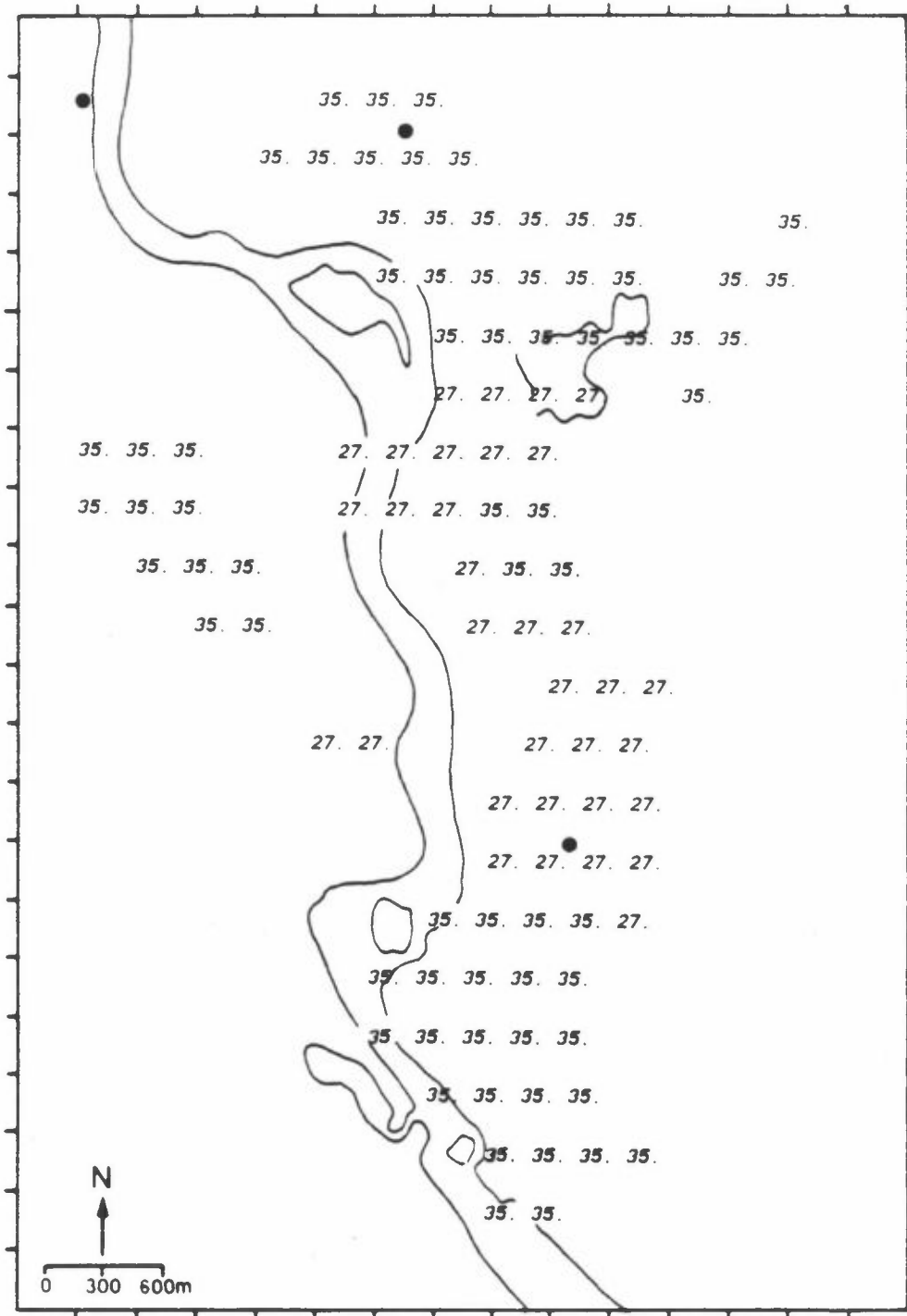
Fordelingen av vedforbruket over tettstedet og over tid har vært vanskelig, idet svært få data foreligger. Vi kjenner til at ved brukes mye i en del nyere boligområder i utkanten av tettstedet. Vi har også god grunn til å anta at ved ikke brukes mye som hovedenergibærer, men som tilskudd i kalde perioder og ellers etter behov.

Fordelingen på ruter er vist i figur 3. Området er delt i tre kategorier: ikke vedfyring, "lite" vedfyring og "mye" vedfyring, der "mye" vedfyring var 30% mer enn "lite" vedfyring.

Vi har videre antatt at veden brennes jevnt over tre vintermåneder, og at et "stort" forbruk pr. døgn er det dobbelte av et gjennomsnittlig forbruk pr. døgn.



Figur 2: Kart for oljeforbruk.  
 Enhet: m<sup>3</sup>/a.



Figur 3: Kart for vedforbruk.  
Enhet: t/a.

c) Trafikk

Trafikkarbeidet defineres som antall bil-km pr. døgn. Trafikkarbeidet i rutene er anslått på grunnlag av trafikktellingsdata fra Elverum kommune og NILUs erfaring fra andre trafikkundersøkelser. Trafikkarbeidet er vist i figur 4. Det er antatt at trafikken fordeler seg jevnt over året. Dette er neppe helt riktig, men en noe større trafikk om sommeren kan oppveies av et noe større utslipp pr. km om vinteren. Se for øvrig pkt. 2.2.

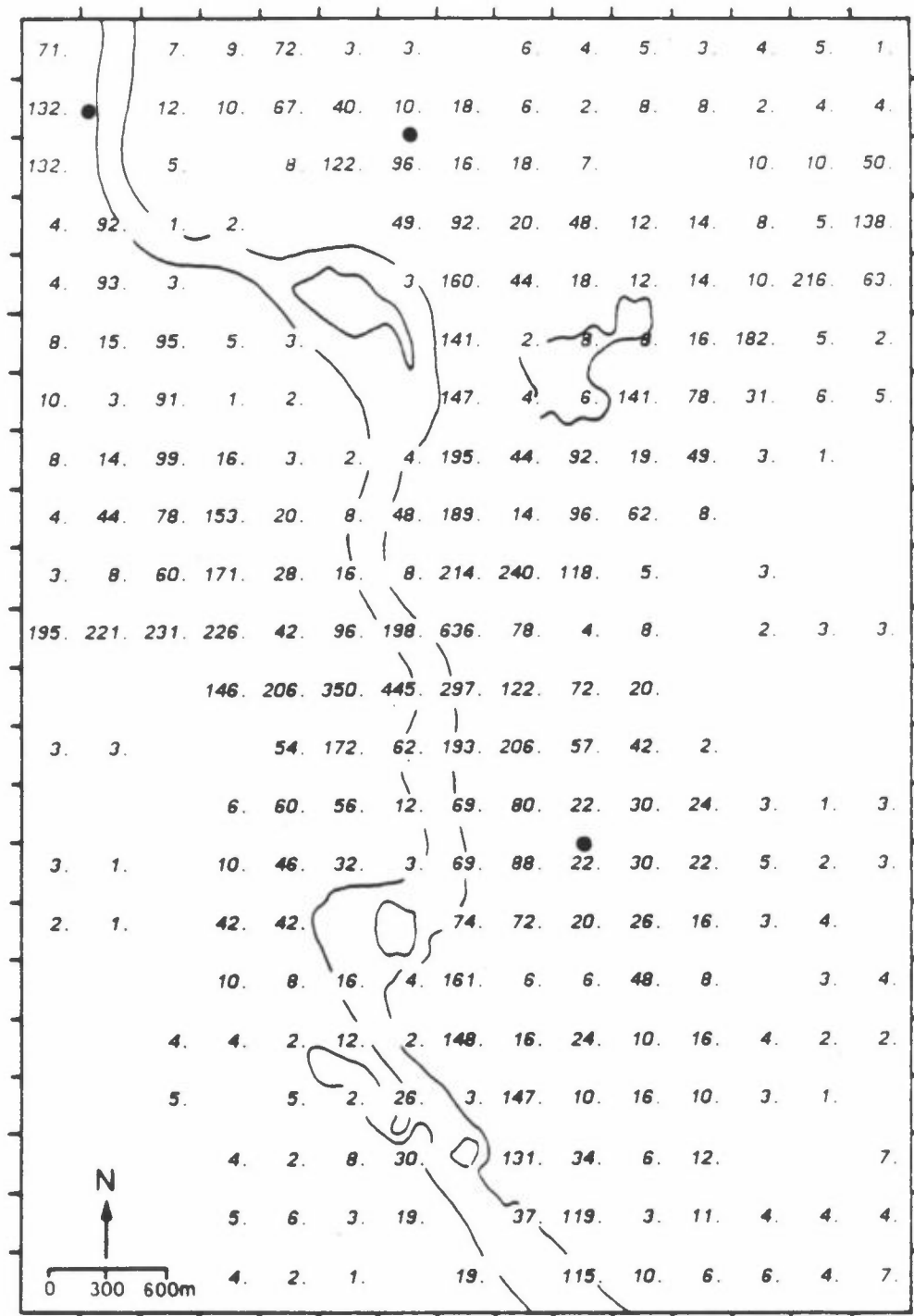
2.2 UTSLIPPSFAKTORER

Utslippsfaktorer er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Utslippsfaktorer brukt i Elverum.

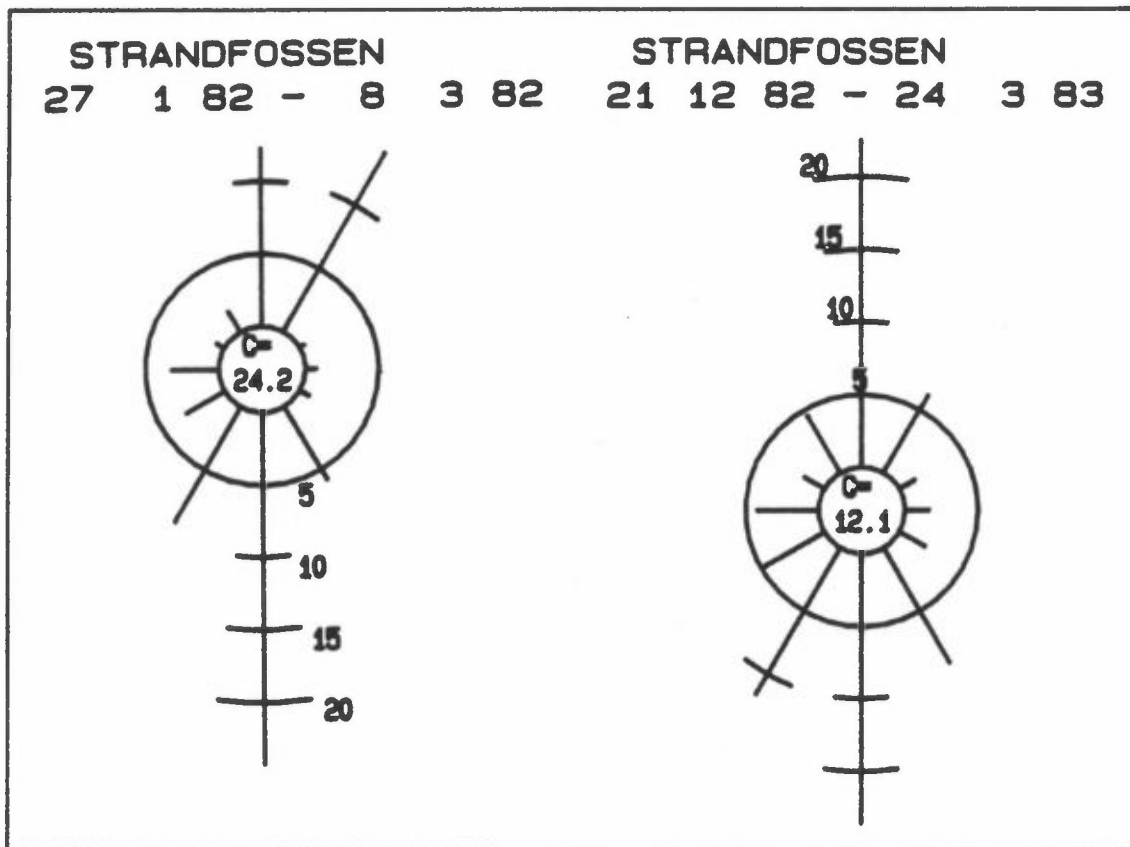
Stoff	Oljefyring g/m <sup>3</sup>	Vedfyring g/tonn	Trafikk g/km
Partikler	300	15 000	0,23
Pb	0	0	0,007
K	0	120	0
PAH	0,84	40	$2,5 \cdot 10^{-3}$
BaP	0,015	0,5	$2,5 \cdot 10^{-5}$

Utslippsfaktorene for oljefyring er basert på at bare lett fyringsolje blir brukt i Elverum (EPA, 1972; SI, 1984). Faktorene for vedfyring er usikre, særlig gjelder dette verdiene for partikler og PAH. For partikler finnes et stort antall verdier i litteraturen, og de fleste ligger mellom 5 g/kg og 20 g/kg. Utslipp fra vedfyring varierer atskillig med fyringsvaner og vedtype (Watson, 1984). Utslippet blir lavest fra tørr ved som fyres med god trekk, mens rundfyring gir størst utslipp og lavest energiutnytting.



Figur 4: Kart for trafikkarbeid.  
 Enhet: 10 bil-km/døgn.

Utslippsfaktorene for kalium er basert på et kaliuminnhold på 0,8% i partikkelfasen (Dasch, 1982). Utslippsfaktorene for trafikk har forutsatt en diesel-andel på 10% og blyinnhold i bensin som var typisk for perioden for 1983. Som for vedfyring er utslippsfaktorene fra trafikk for PAH og BaP svært usikre (SI, 1984). Etter at beregningene i denne rapporten ble gjort, har SFT kommet fram til en utslippsfaktor for partikler fra vedfyring på 9,6 g/kg. Denne er like pålitelig som den som er brukt i beregningene, 15 g/kg. En lavere utslippsfaktor for partikler fra vedfyring vil redusere de beregnede konsentrasjonene i tabell 3, figur 6 og figur 11, og dessuten i figur C6 og C13 (vedlegg C).



Figur 5: Vindretningsfordeling (%) fra Strandfossen. Stolpene viser retningen vinden kommer fra. C betyr forekomst av vindstille, dvs. vindstyrke mindre enn 0,5 m/s.

### 2.3 SPREDNINGSFORHOLD

Vindhastighet (vindstyrke og -retning) ble målt på Strandfossen vintrene 1981 og 1982. Vindrosene for de to vintrene er vist i figur 6. Hovedvindretningene var langs dalføret. Vind fra nordlig og sørlig kant hadde omtrent samme hyppighet. På kalde dager var det oftest stille vær eller svak vind fra nord.

Det fins ikke data for atmosfærisk stabilitet for Elverum. Vi har derfor anslått en sannsynlig stabilitetsfordeling. Denne er gitt i vedlegg A. Vi har anslått noe mer stabil luft og litt lavere vindstyrker fra nord enn fra sør.

### 2.4 BEREGNINGSMETODER

Vi har brukt en spredningsmodell basert på gaussisk spredning (Gram, 1987). Modellen beregner og adderer bidragene fra en rekke ulike punkt- og arealkilder. Modellen er godt egnet når den romlige variasjonen av vind og stabilitet er liten. Beregninger basert på gaussisk spredning gir oftest bedre samsvar med målinger for lange midlings-tider (uker, måneder) enn for korte (timer, døgn).

Det er beregnet konsentrasjoner av partikler, Pb, K, PAH og BaP fra oljefyring, vedfyring og trafikk.

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

Vedlegg B viser utslippene av de ulike stoffene fra oljefyring, vedfyring og trafikk som gjennomsnitt for vinteren.

På grunnlag av målingene vintrene 1981-83 har vi valgt å legge til en viss "bakgrunnskonsentrasjon" av de ulike stoffene. Dette er gjort på grunnlag av målinger på steder og dager da det lokale bidraget fra Elverum tettsted er antatt å være svært lite. De valgte bakgrunnskonsentrasjonene er vist i tabell 2.



Tabell 2: Anslåtte bakgrunnskonsentrasjoner, Elverum.

Partikler $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pb $\text{ng}/\text{m}^3$	K $\text{ng}/\text{m}^3$	PAH $\text{ng}/\text{m}^3$	BaP $\text{ng}/\text{m}^3$
20	20	30	30	1

De enkelte kildegruppens bidrag til beregnede konsentrasjoner av partikler, PAH og BaP er gitt i vedlegg C.

### 3.1 BEREGNINGER FOR EN VINTERPERIODE

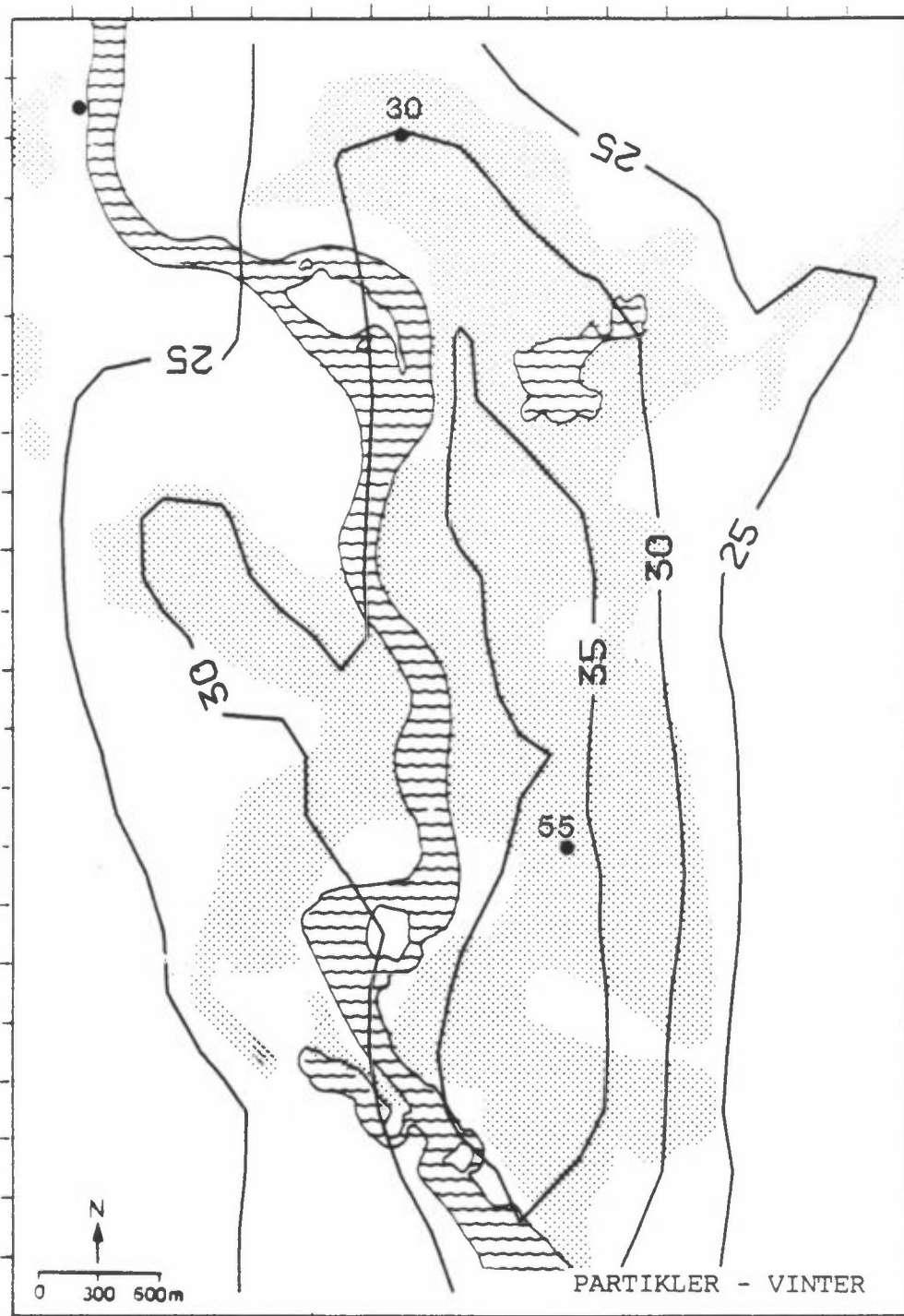
De beregnede verdiene er vist som isokonsentrasjonskurver på kart i figur 6-10. På kartene er det også vist representative verdier fra målestedene Elverum og Strandstykket. (Det var ikke nok data fra Strandfossen.) Bidraget fra de enkelte kildegruppene er vist i vedlegg C. I figur 6-10 er bakgrunnskonsentrasjonene i tabell 2 tatt med.

Figur 6-10 viser at beregningene gjennomgående viste lavere konsentrasjoner enn målingene. Forskjellen var minst for partikler, og den økte deretter i rekkefølgen kalium, PAH, BaP og bly. Forholdet mellom målte og beregnede verdier for BaP og bly var forholdsvis stort, en faktor på 3-4 for BaP og en faktor på 5-8 for bly. For partikler og kalium var forholdet mindre enn en faktor på 2. For BaP kan årsaken være for lave utslippsfaktorer. For bly kan årsaken være andre kilder enn trafikk, men vi kjenner ikke til slike.

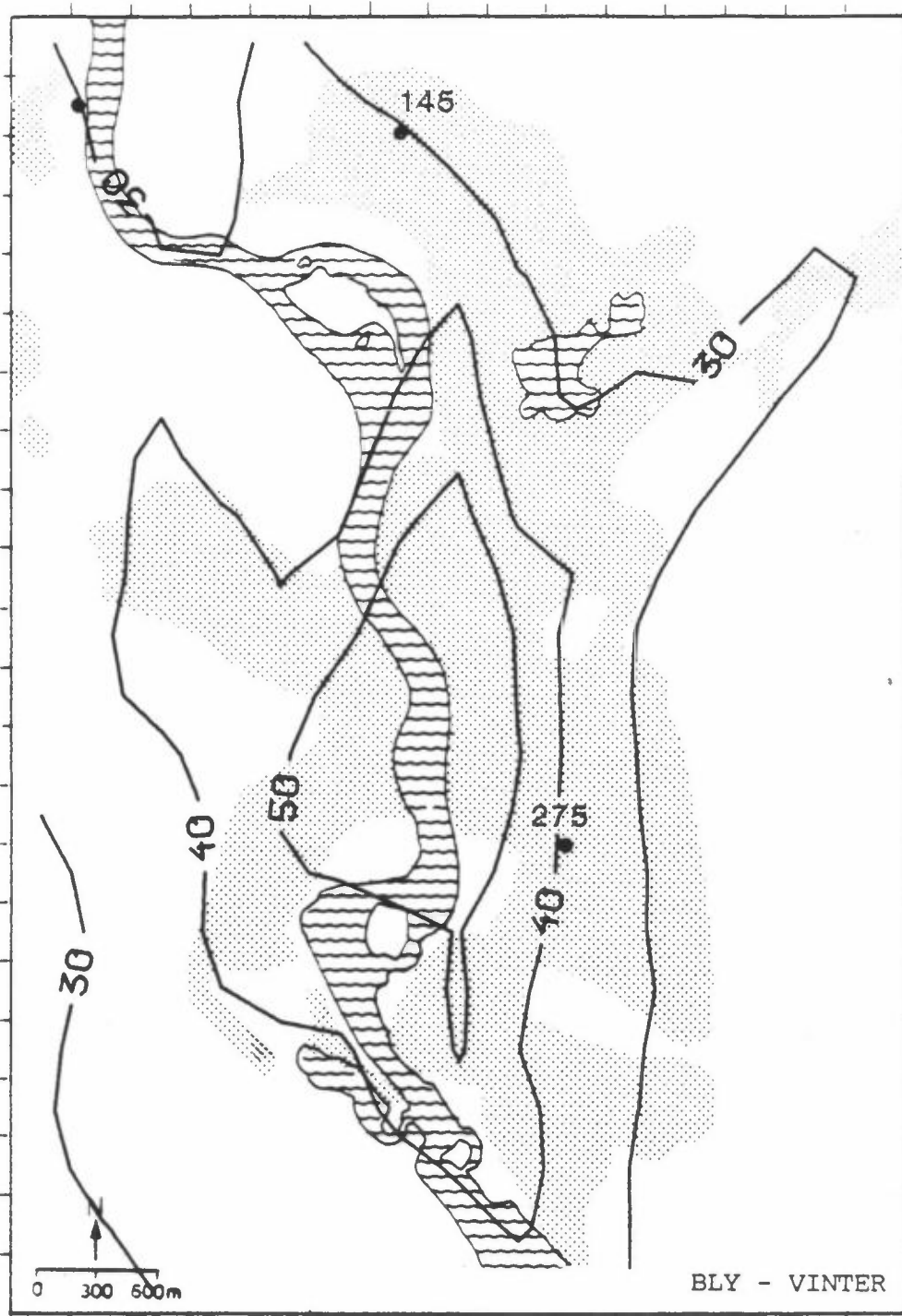
Tabell 3 viser de høyeste beregnede bidragene til konsentrasjonene fra de tre kildegruppene. De største bidragene til partikler, PAH og BaP kom fra vedfyring. De ulike konsentrasjonene i tabell 3 forekom ikke nødvendigvis på samme sted, jfr. vedlegg C.

Tabell 3: De høyeste beregnede konsentrasjonsbidragene fra de tre kildegruppene oljefyring, vedfyring og trafikk, som gjennomsnitt for vinteren.

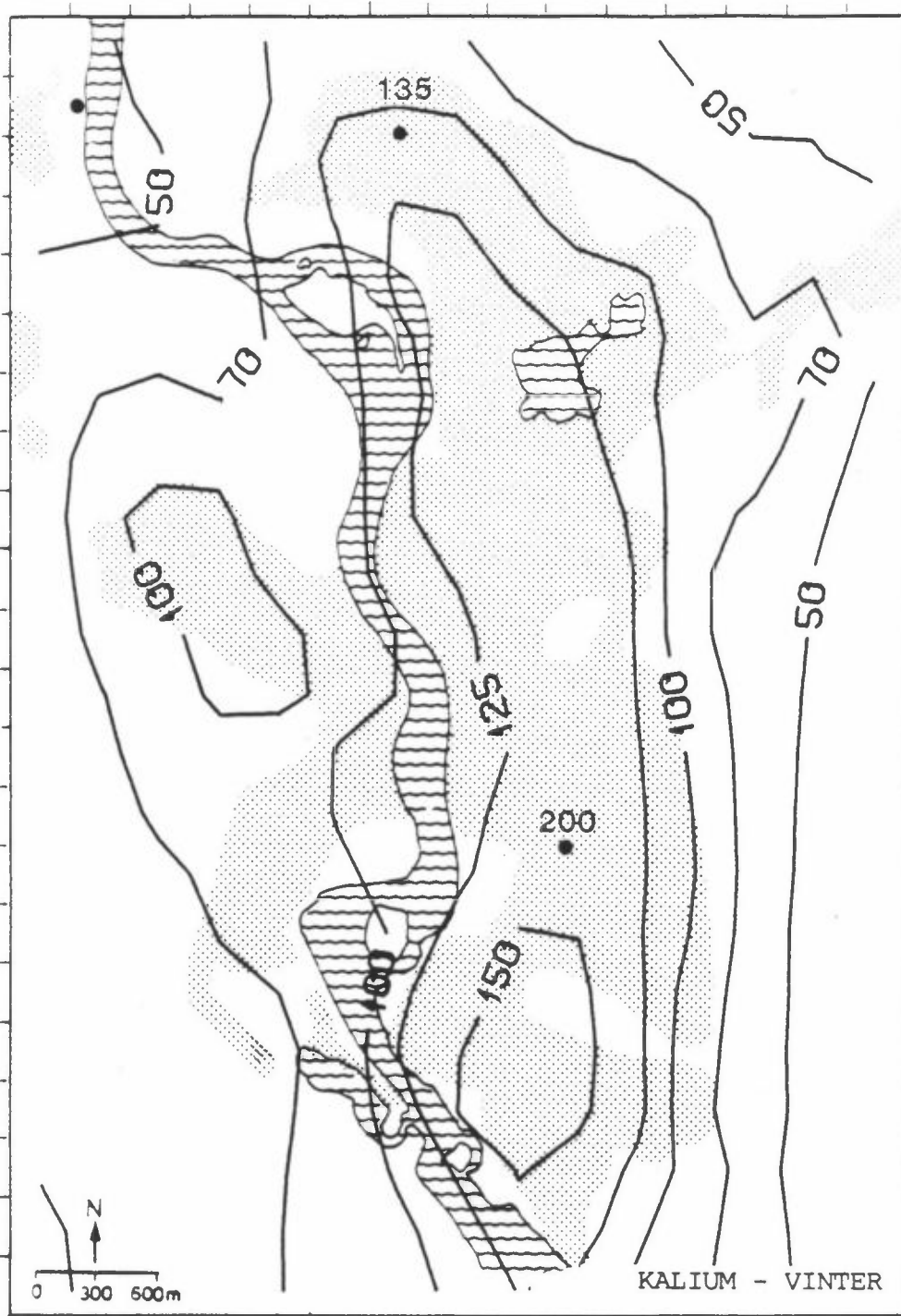
	Partikler $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bly <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	Kalium <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	PAH <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	BaP <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$
Oljefyring	2	-	-	6	0,1
Vedfyring	16	-	130	42	0,5
Trafikk	2	55	-	18	0,2



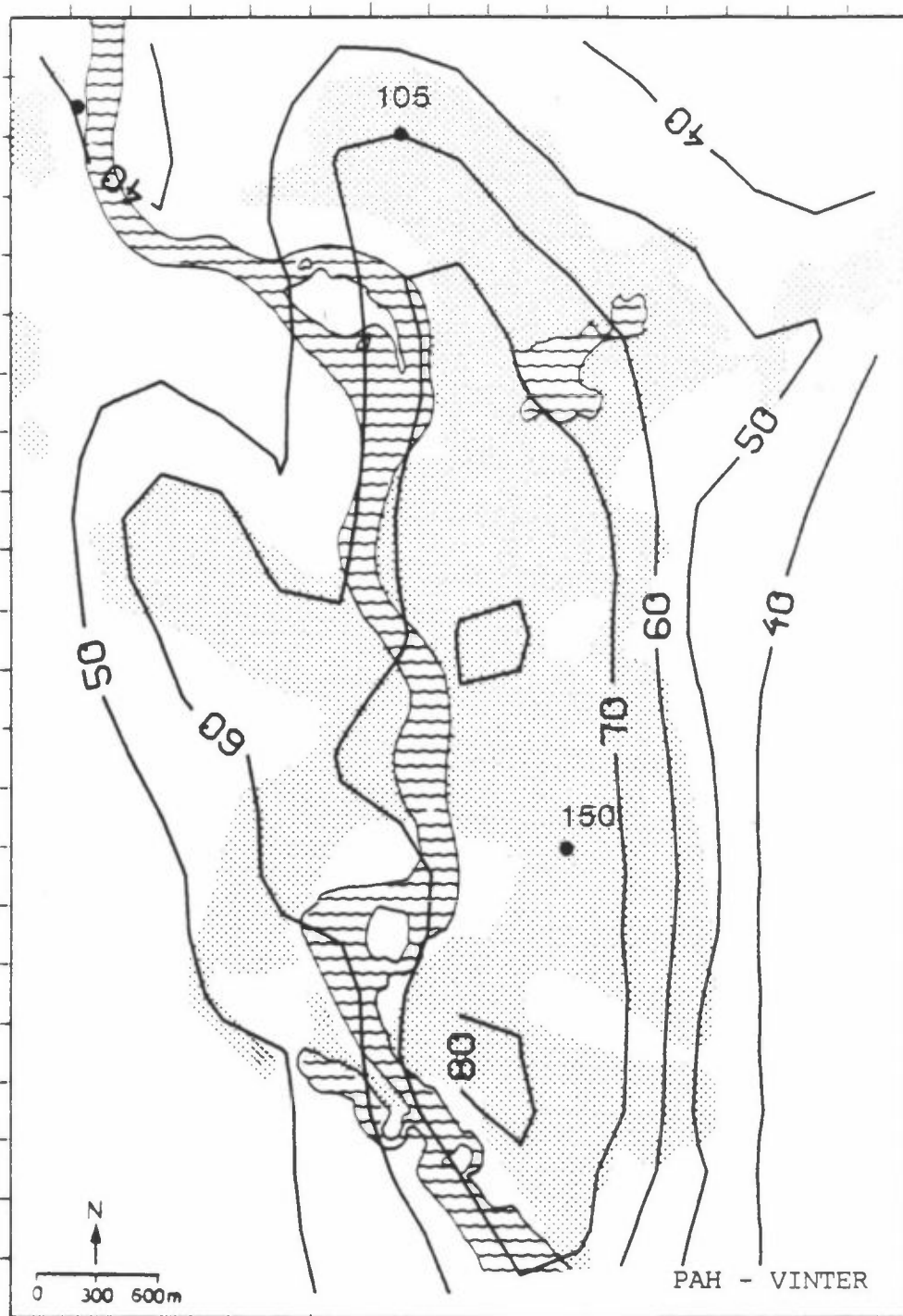
Figur 6: Beregnede og målte konsentrasjoner av partikler ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), gjennomsnitt for vinteren.



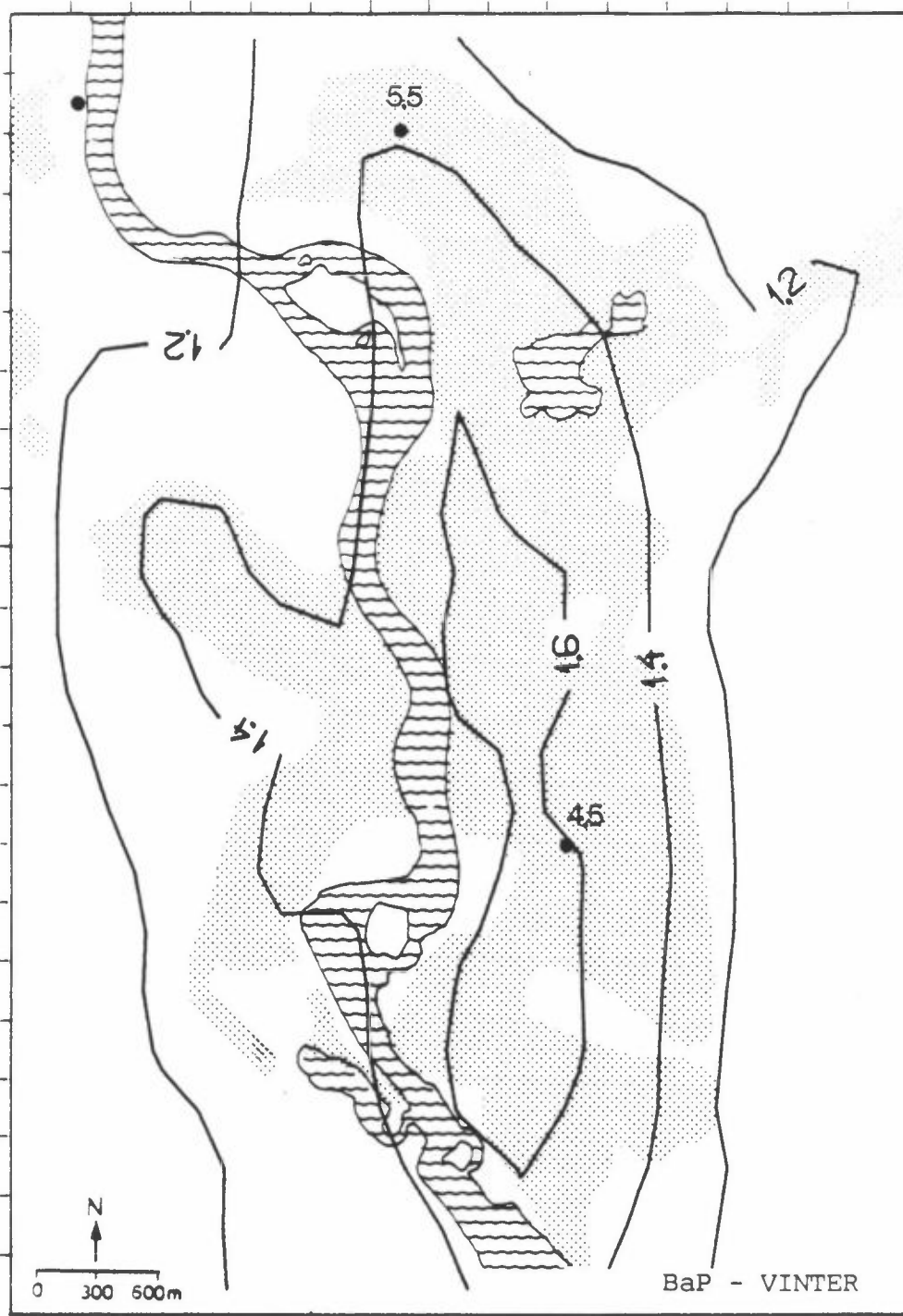
Figur 7: Beregnede og målte konsentrasjoner av bly ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ), gjennomsnitt for vinteren.



Figur 8: Beregnede og målte konsentrasjoner av kalium ( $\text{ng/m}^3$ ), gjennomsnitt for vinteren.



Figur 9: Beregnede og målte konsentrasjoner av PAH ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ),  
gjennomsnitt for vinteren.



Figur 10: Beregnede og målte konsentrasjoner av BaP ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ), gjennomsnitt for vinteren.

### 3.2 BEREGNINGER FOR ET KALDT DØGN

De beregnede verdiene i et kaldt døgn er vist som isokonsentrasjonskurver på kart i figur 11-15. På kartene er det også vist representativt verdier fra målestedene Elverum, Strandstykket og Strandfossen. Bidraget fra de enkelte kildegruppene er vist i vedlegg C.

De beregnede konsentrasjonene var 2-5 ganger høyere for et kaldt døgn enn gjennomsnittlig for vinteren. Dette henger dels sammen med større utslipp (jfr. pkt. 2.1), og dels med at vindstyrken ble antatt mindre og vindretningen varierte mindre i det kalde døgnet (jfr. vedlegg A). Forskjellen var størst for kalium, fordi kalium ikke har andre bidrag enn vedfyring. Vedfyring ble anslått til å øke relativt mer enn oljefyring på kalde døgn (jfr. pkt. 2.1).

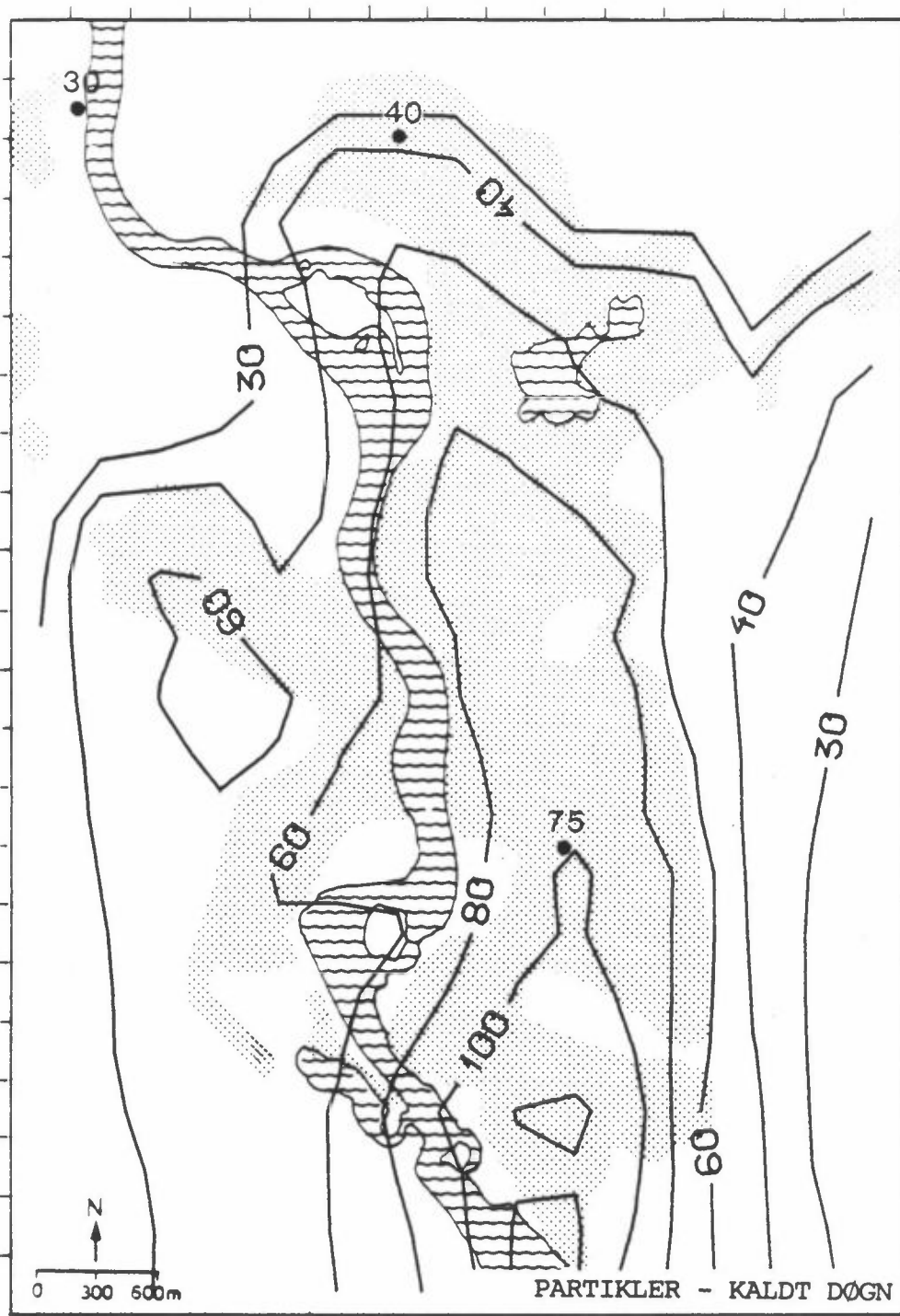
Forholdet mellom beregnede og målte konsentrasjoner varierte atskil- lig. Det var minst for partikler og PAH, inntil en faktor på 2. For kalium og BaP var forholdet en faktor på 2-3, mens det for bly var en faktor på 3-7.

Beregnet konsentrasjon av kalium var høyere enn observert på måle- stedet Elverum. Dette kan tyde på at bidraget fra vedfyring er noe overvurdert.

Tabell 4 viser de høyeste beregnede bidragene til konsentrasjonen i et kaldt døgn fra de tre kildegruppene. De klart største bidragene til partikler, PAH og BaP kom fra vedfyring. De ulike konsentrasjonene i tabell 4 forekom ikke nødvendigvis på samme sted, jfr. vedlegg C.

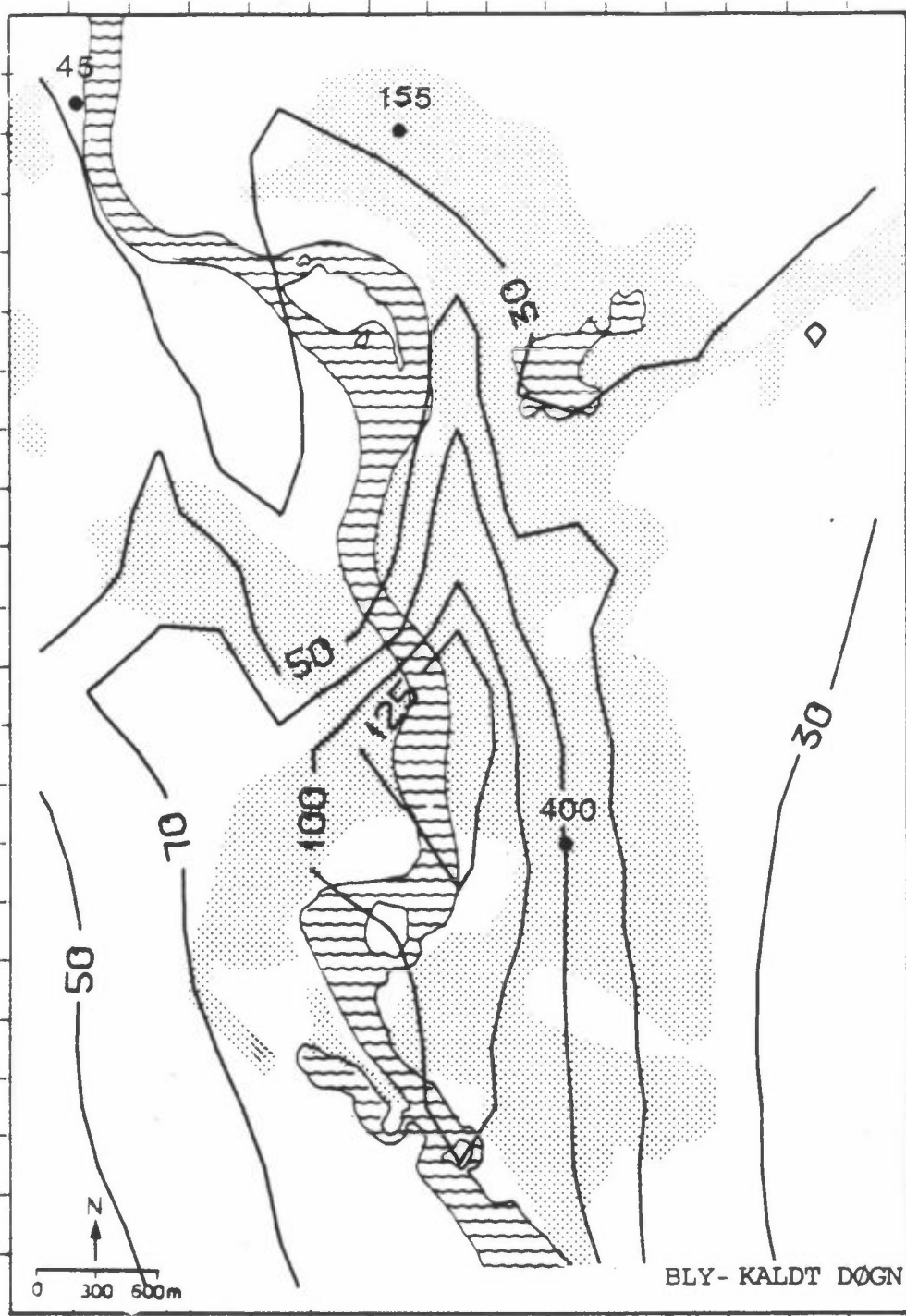
Tabell 4: De høyeste beregnede konsentrasjonsbidragene fra de tre kildegruppen oljefyring, vedfyring og trafikk i et kaldt døgn.

	Partikler $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bly <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	Kalium <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	PAH <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$	BaP <sub>3</sub> $\text{ng}/\text{m}^3$
Oljefyring	7	-	-	19	0,3
Vedfyring	93	-	760	250	3,1
Trafikk	5	150	-	50	0,5

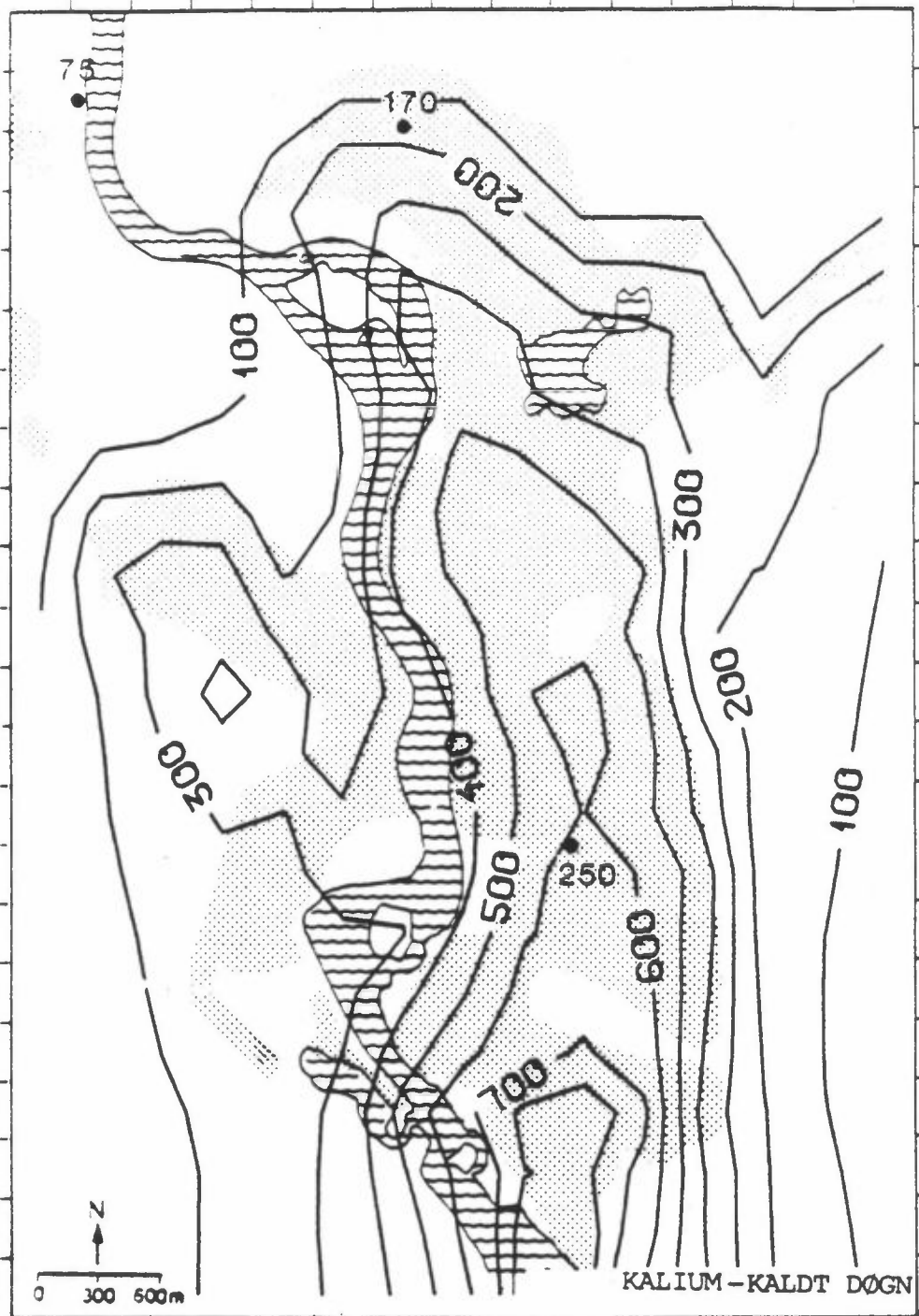


Figur 11: Beregnede og målte konsentrasjoner av partikler for et kaldt døgn ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

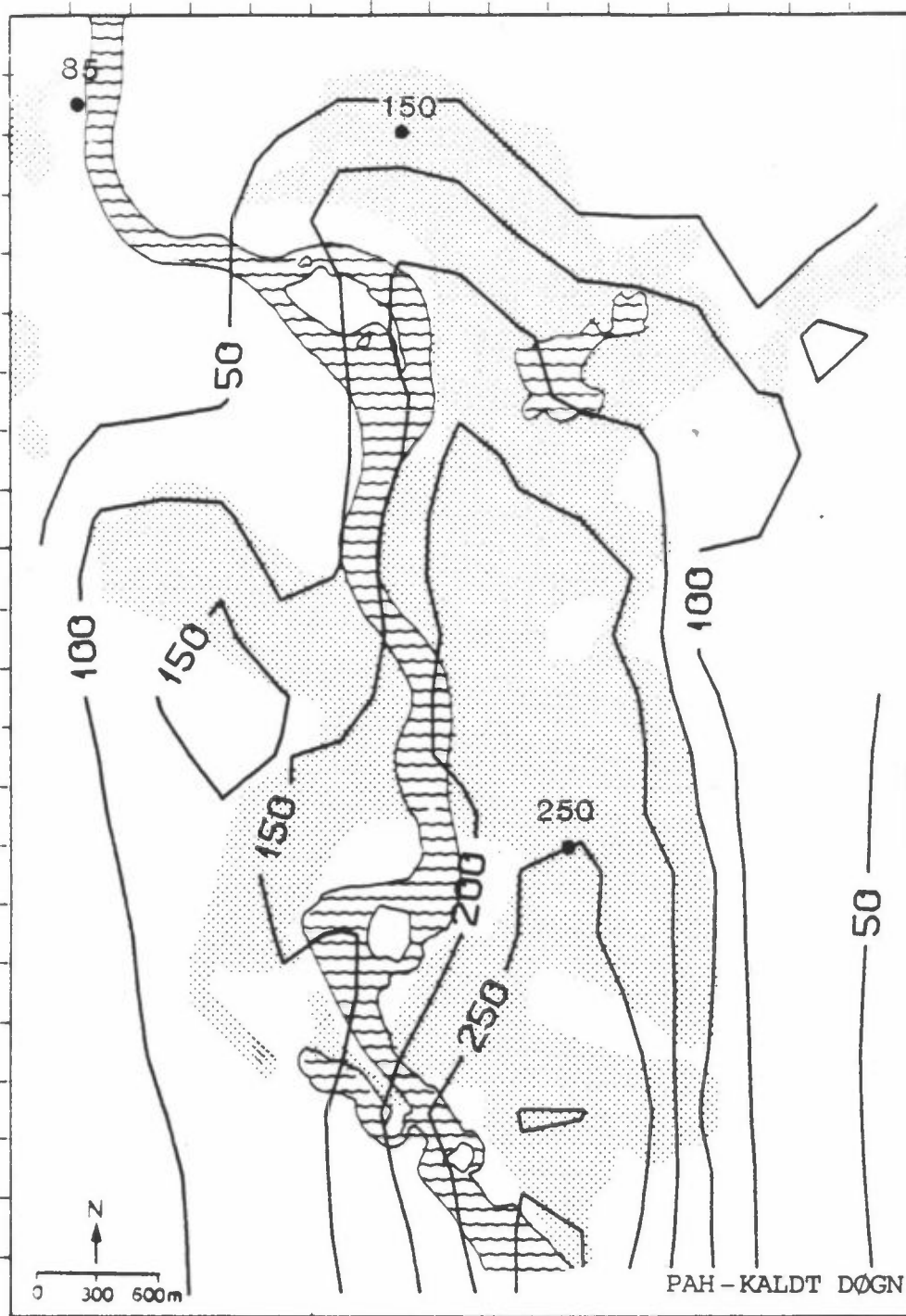




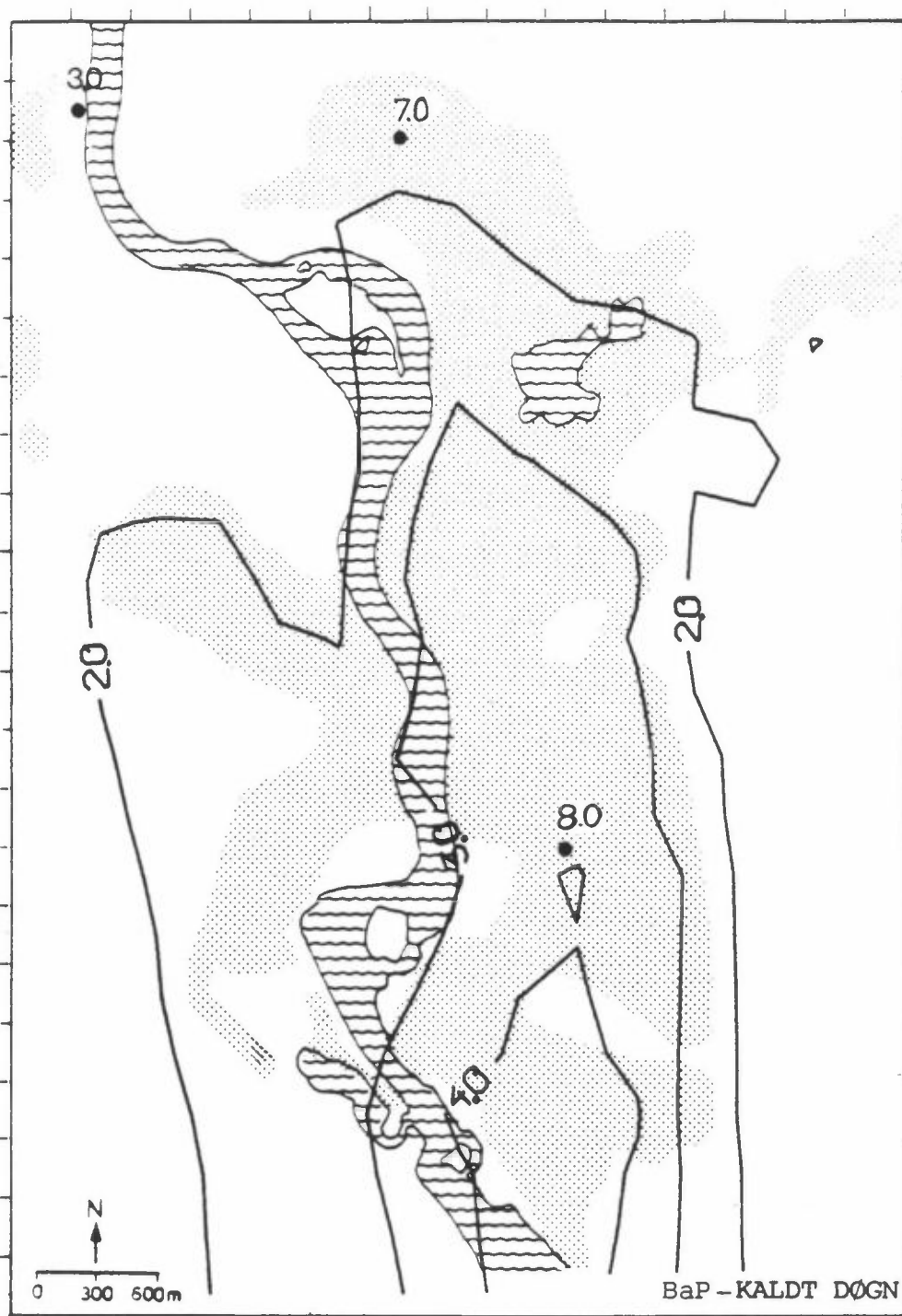
Figur 12: Beregnede og målte konsentrasjoner av bly for et kaldt døgn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).



Figur 13: Beregnede og målte konsentrasjoner av kalium for et kaldt døgn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).



Figur 14: Beregnede og målte konsentrasjoner av PAH for et kaldt døgn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).



Figur 15: Beregnede og målte konsentrasjoner av BaP for et kaldt døgn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

## 4 KONKLUSJON

Vi har beregnet konsentrasjoner i Elverum av respirable partikler (her kalt partikler), bly (Pb), kalium (K), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og benzo(a)pyren (BaP). Beregningsgrunnlaget har vært data for utslipp og spredningsforhold. Disse dataene har vært ufullstendige, og det har vært nødvendig å gjøre mange antakelser. Beregningene må derfor karakteriseres som usikre.

Utslipp fra tre kildegrupper er tatt med. Disse er oljefyring, vedfyring og trafikk. Utslippene er beregnet fra forbrukstall og utslippsdata. Samlet forbruk av fyringsolje og ved har vært tilgjengelig, men forbrukstallene for ved har vært særlig usikre. Dessuten har det vært manglende detalj-informasjon om hvor i tettstedet forbruket har skjedd.

Data for vindstyrke og vindretning foreligger. Data for atmosfærisk stabilitet mangler, og dette er anslått av NILU.

Beregningene er sammenlignet med målinger som ble gjort vintrene 1981-83. Det var rimelig godt samsvar for partikler og til dels for PAH og kalium. For disse stoffene var avviket gjennomgående mindre enn en faktor på 2. For BaP og bly var avviket større, for BaP en faktor på 3-4 og for bly en faktor på 3-7. Vi har ingen sikker forklaring på disse avvikene.

Beregningene viser at de største bidragene til konsentrasjoner av partikler, PAH og BaP kom fra fyring med ved. Dette er i samsvar med de tidligere resultatene fra målingene i Elverum og vurderingen av disse. Avvikene mellom målte og beregnede verdier tilsier imidlertid at en skal være varsom med å trekke kvantitative konklusjoner.

## 5 REFERANSER

Dasch, J.M. (1982) Particulate and gaseous emissions from wood-burning fireplaces. Environ. Sci. Technol., 16, 639-645.

Environmental Protection Agency, EPA (1972) Compilation of air pollutant emission factors. Research Triangle Park, NC (EPA-AP-42).

Gram, F. (1987) Programsystem KILDER. Program- og brukerbeskrivelse for beregning av utslipp og spredning fra punktkilder, volumkilder og arealkilder. Lillestrøm (NILU TR under arbeid).

Pedersen, J., Veiberg, R., Wæhle, E. Berge, B. (1982) Vedfyring i Elverum tettsted. Foreløpig rapport. Universitetet i Oslo, Rådet for natur- og miljøfag.

Ramdahl, T., Schjoldager, J., Hanssen, J.E. og Møller, M. (1982) Luftforurensning fra vedfyring. Målinger i Elverum vintrene 1981 og 1982. Lillestrøm-Oslo (NILU OR 54/82, SI rapport nr. 82 01 36-1).

Schjoldager, J., Currie, L.A., Hanssen, J.E., Hongslo, J.K. og Mikalsen, A. (1986) Luftforurensning fra vedfyring. Målinger i Elverum vinteren 1983. Lillestrøm (NILU OR 68/86).

Senter for industriforskning (1984) Utslippsfaktorer for PAH og BaP. Oslo. (Notat TRA/kst 3.1.84).

Watson, J.G. (1984) Personlig meddelelse, Desert Research Institute, Nevada, USA.

## VEDLEGG A

Vind- og stabilitetsfordeling i Elverum





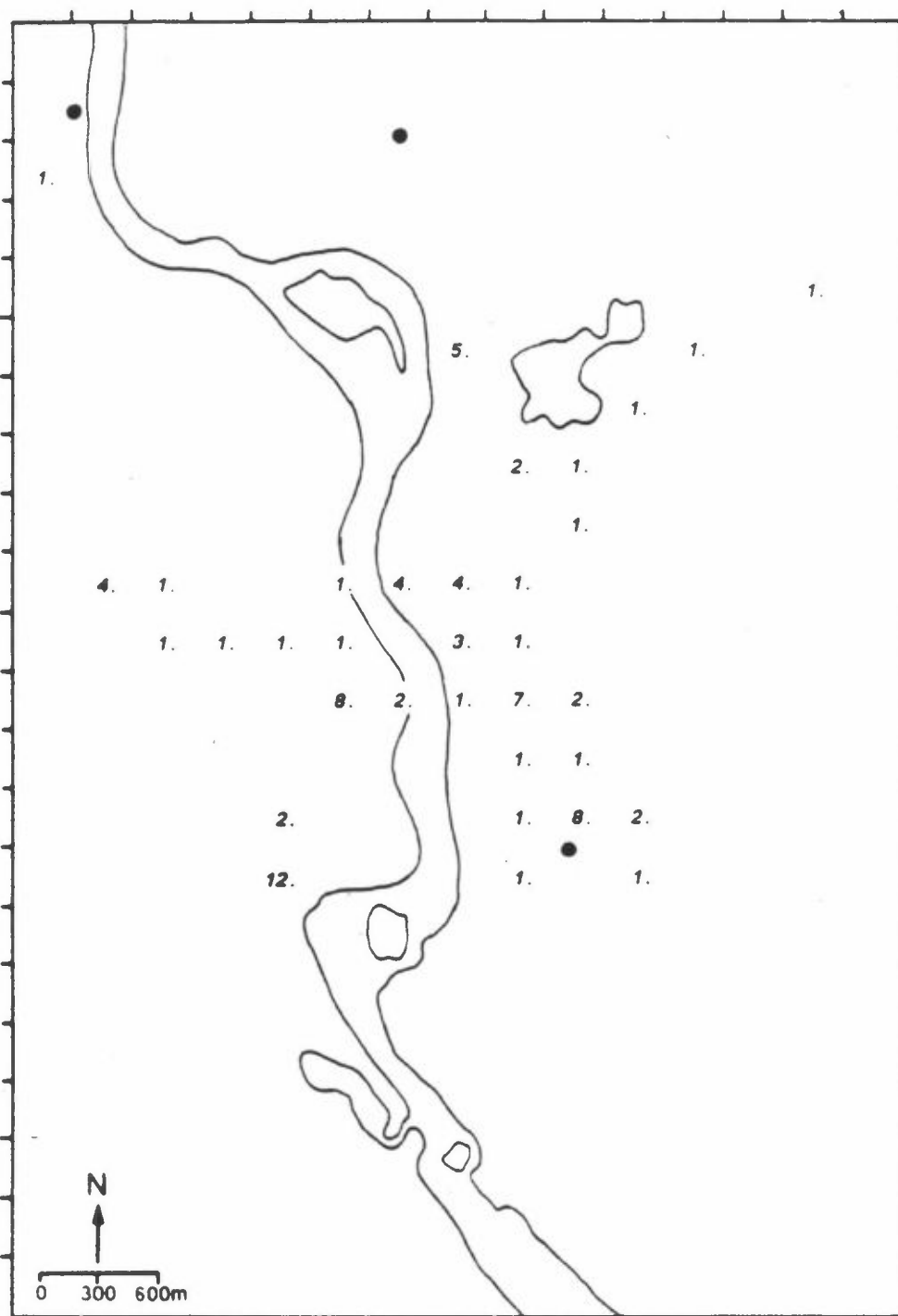




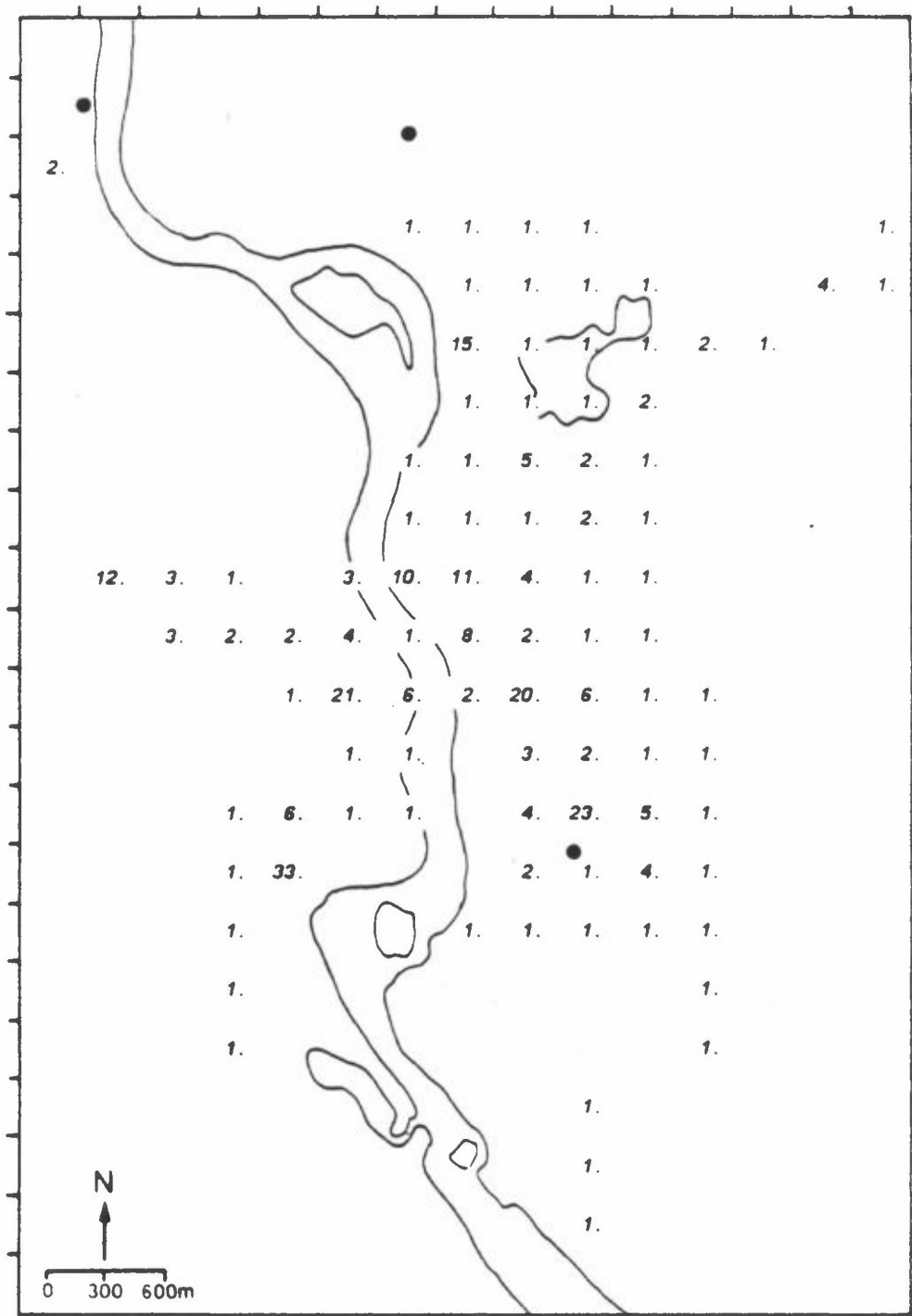
## VEDLEGG B

Utslipp fra ulike kildegrupper i Elverum,  
gjennomsnitt for vinteren.

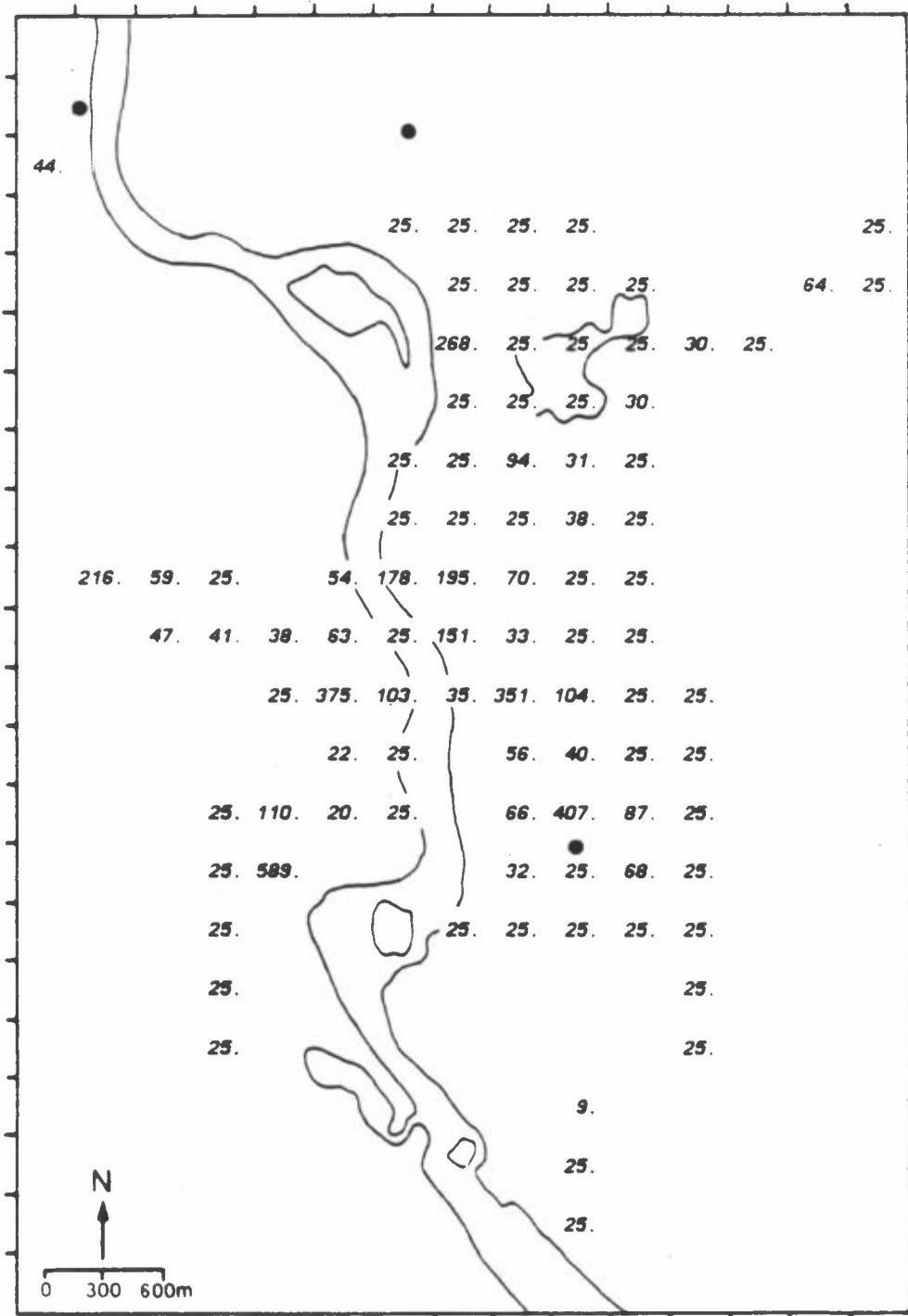




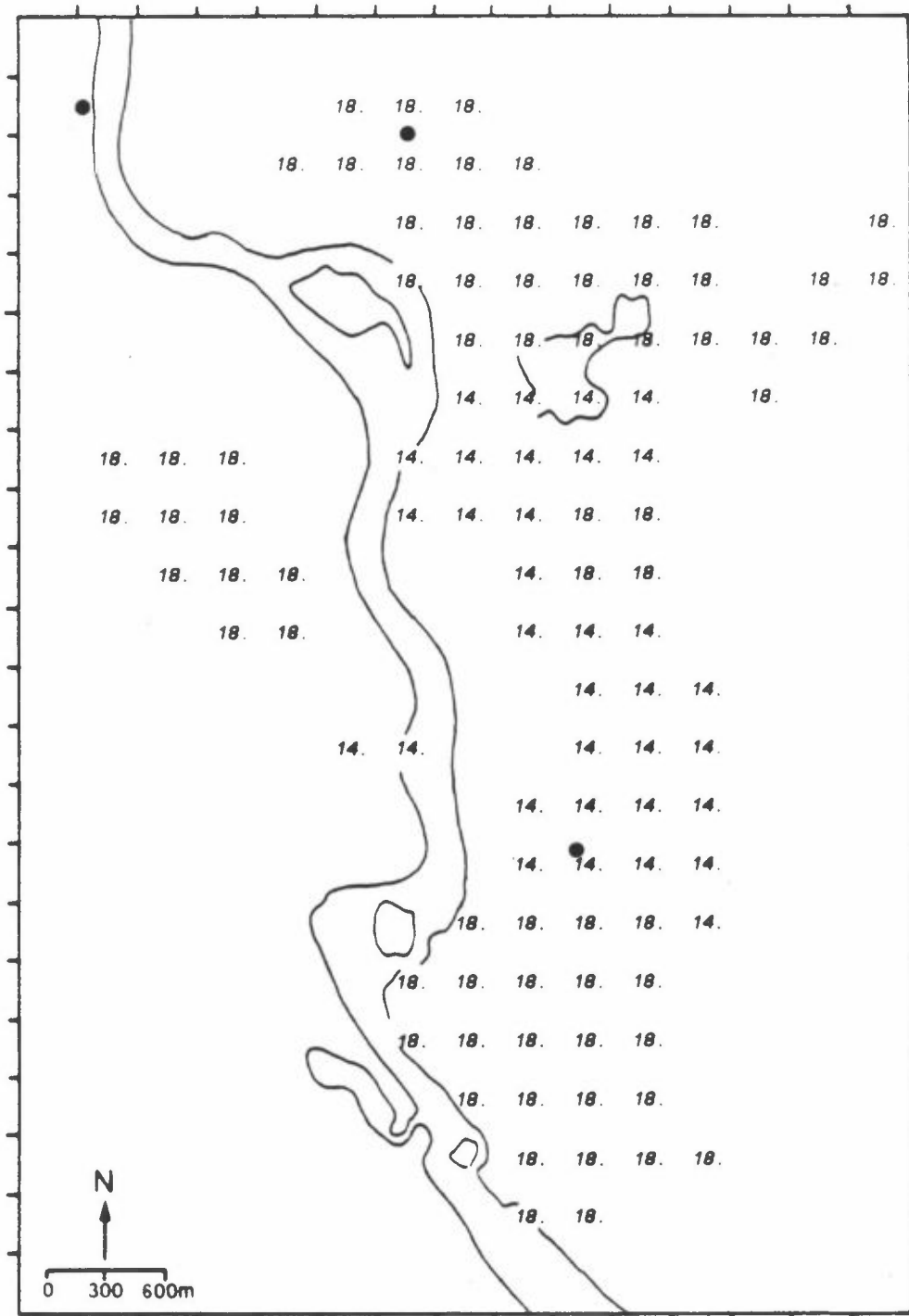
Figur B1: Utslipp av partikler fra oljefyring.  
 Enhet:  $10^{-2}$  kg/h.



Figur B2: Utslipp av PAH fra oljefyring.  
 Enhet:  $10^{-2}$  kg/h.

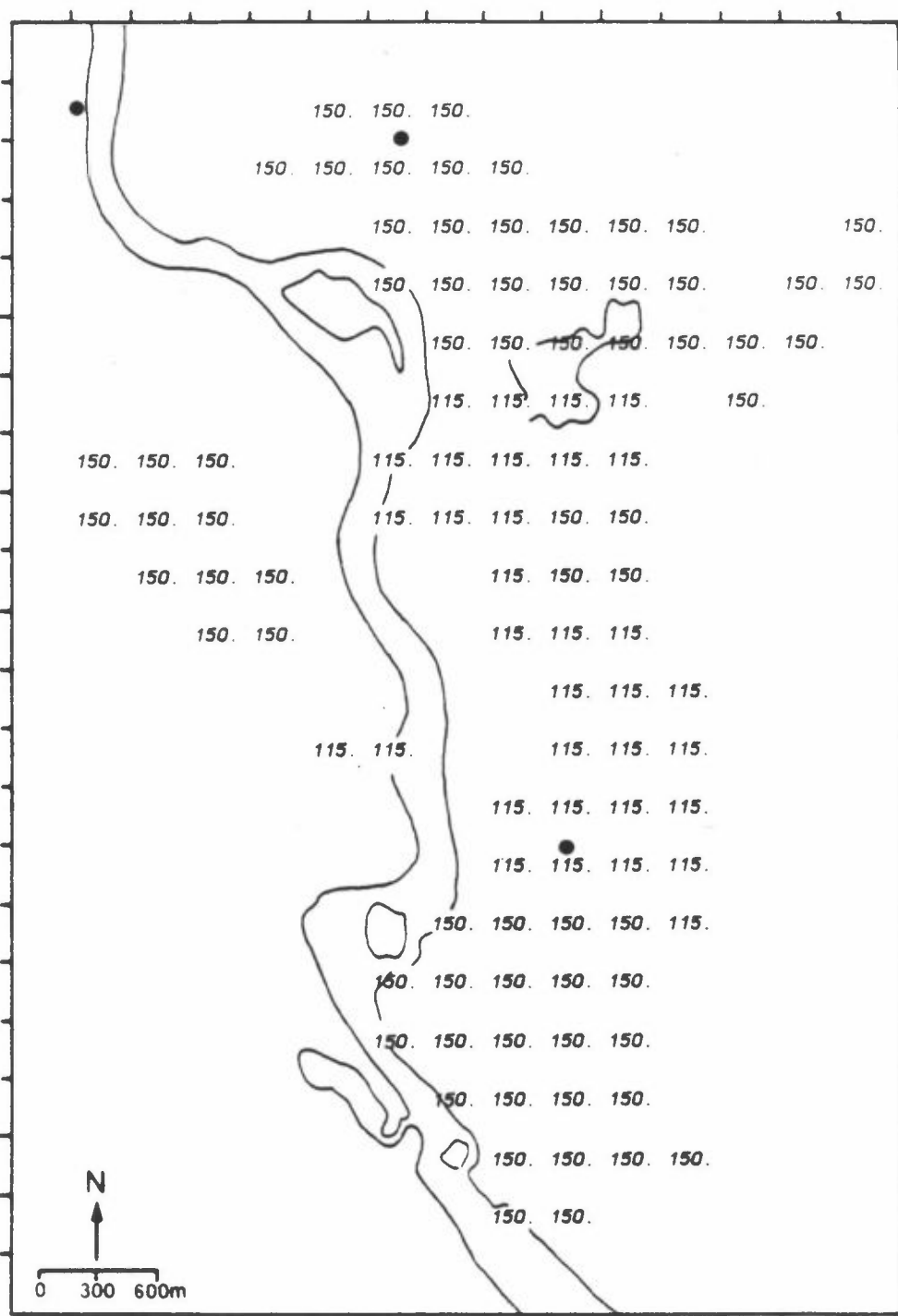


Figur B3: Utslipp av BaP fra oljefyring.  
 Enhet:  $10^{-5}$  kg/h.

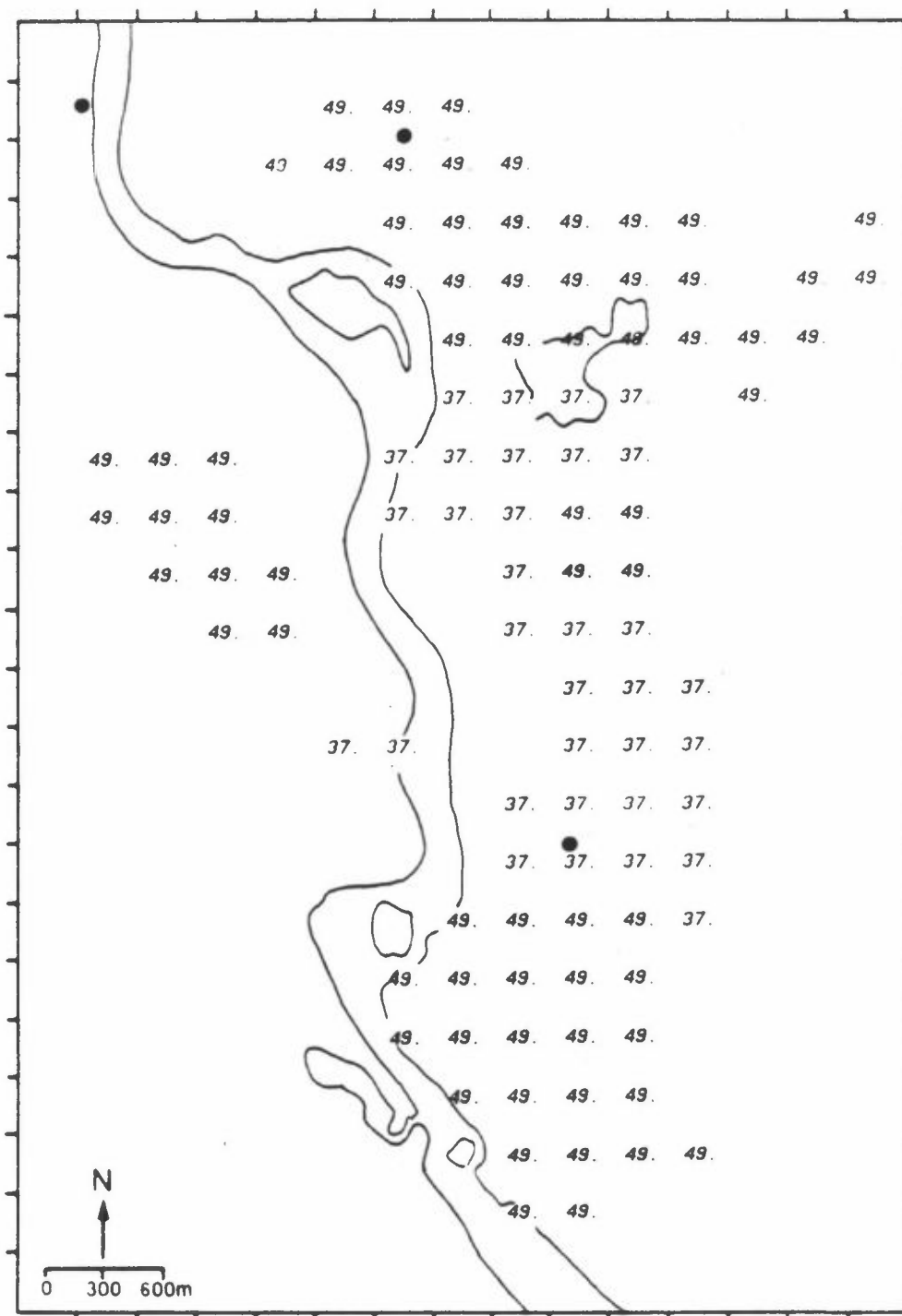


Figur B4: Utslipp av partikler fra vedfyring  
 Enhet:  $10^{-2}$  kg/h.

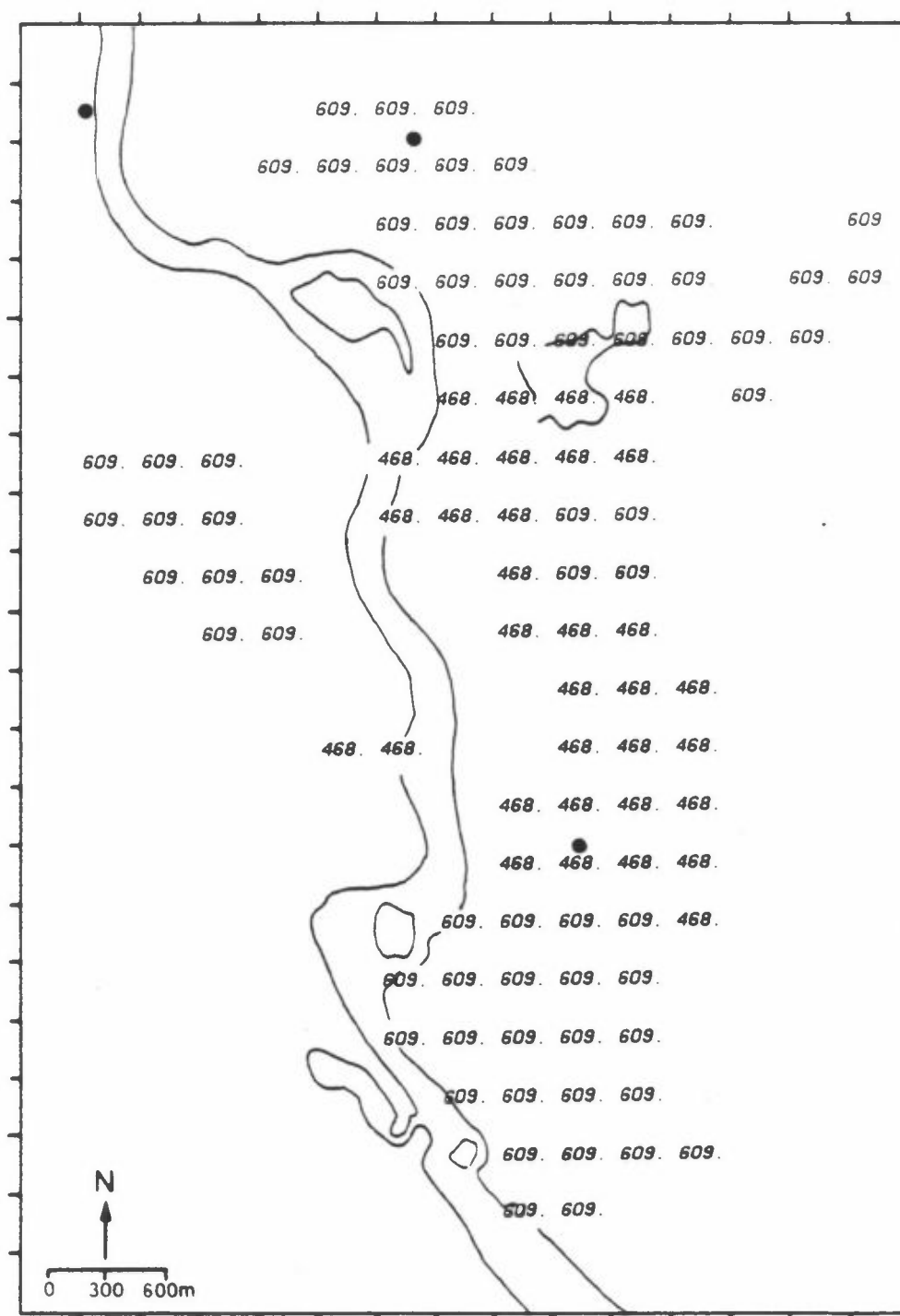




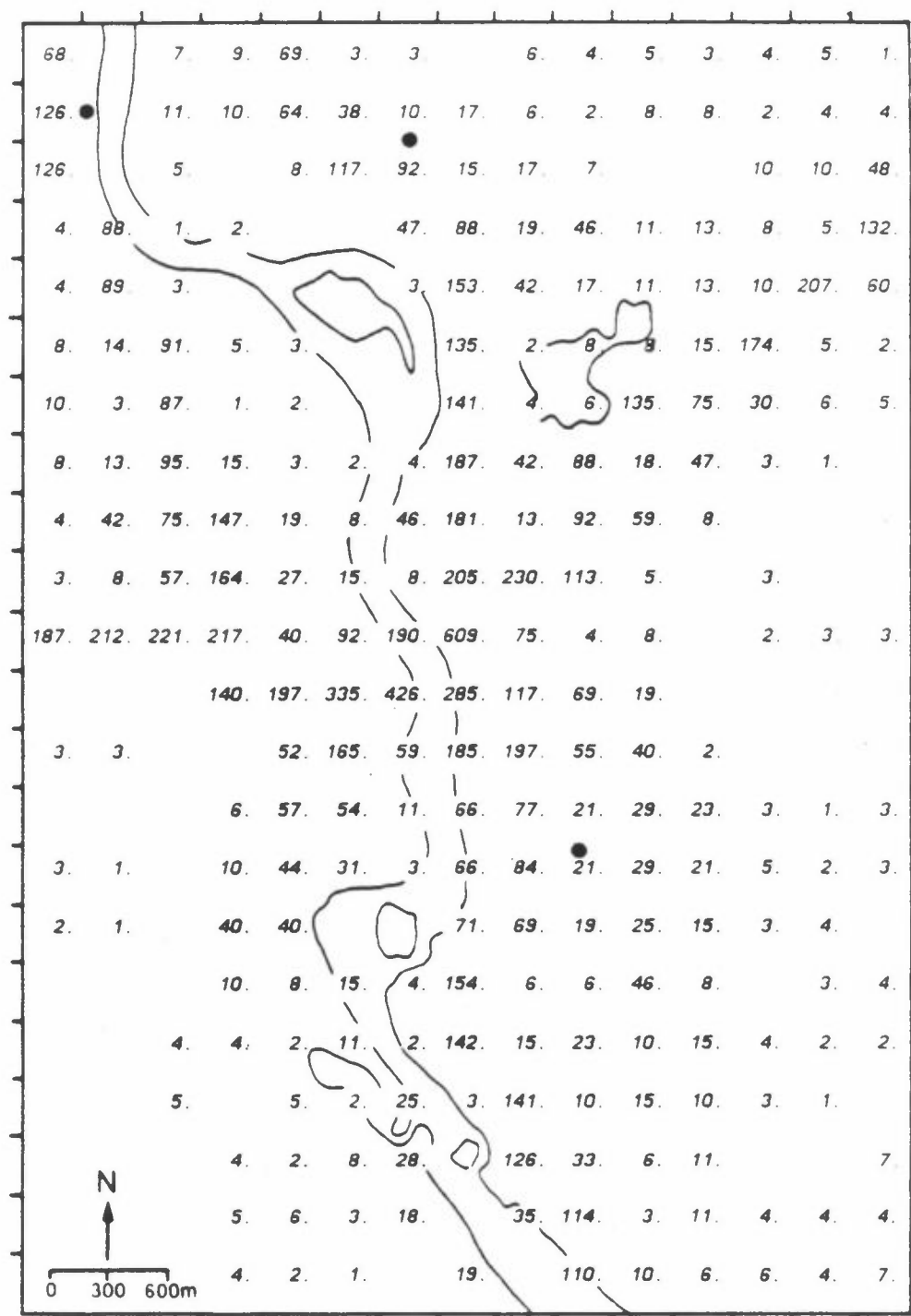
Figur B5: Utslipp av kalium fra vedfyring  
Enhet:  $10^{-2}$  kg/h.



Figur B6: Utslipp av PAH fra vedfyring  
Enhet:  $10^{-2}$  kg/h.

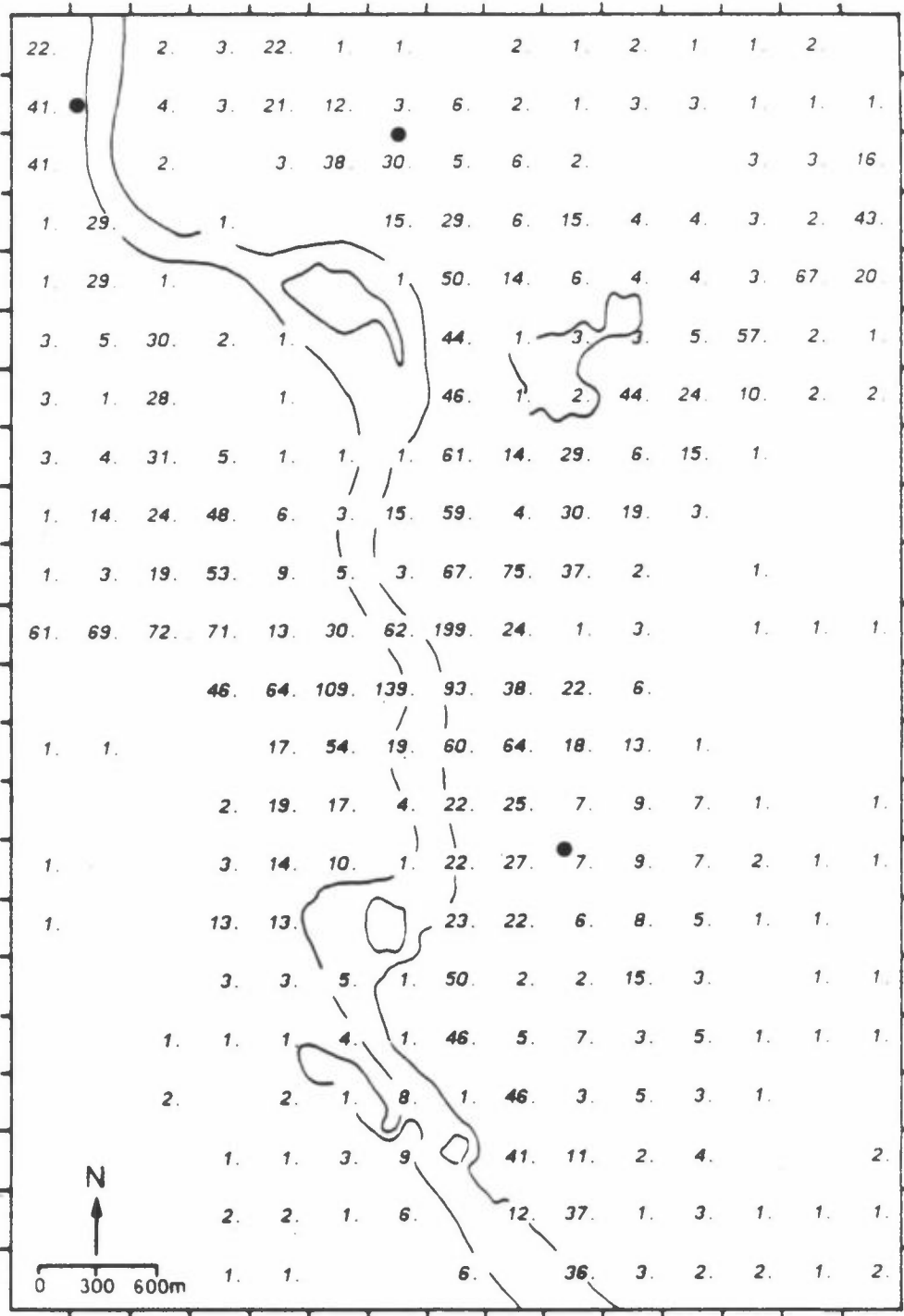


Figur B7: Utslipp av BaP fra vedfyring  
 Enhet:  $10^{-5}$  kg/h.

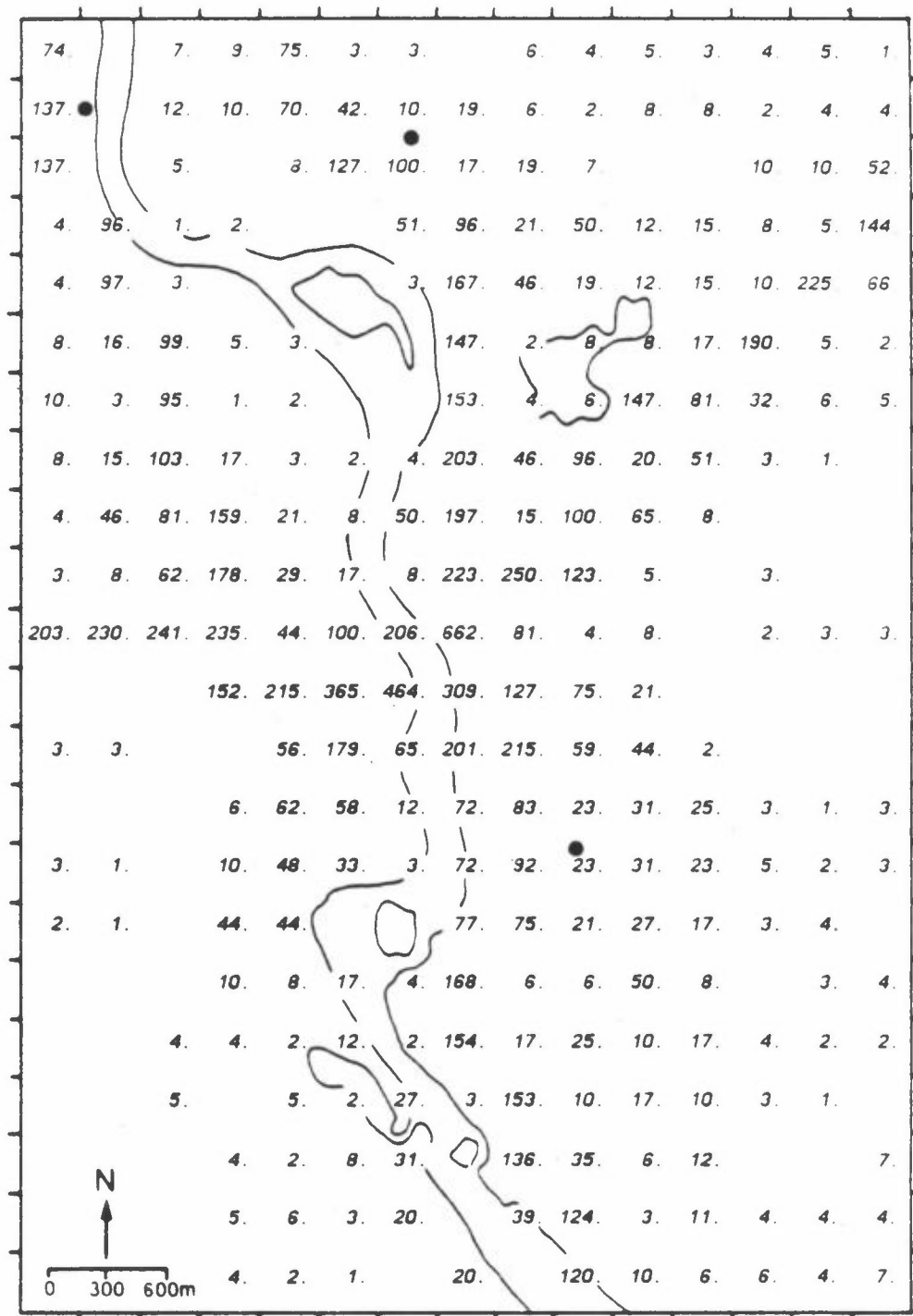


Figur B8: Utslipp av partikler fra trafikk.

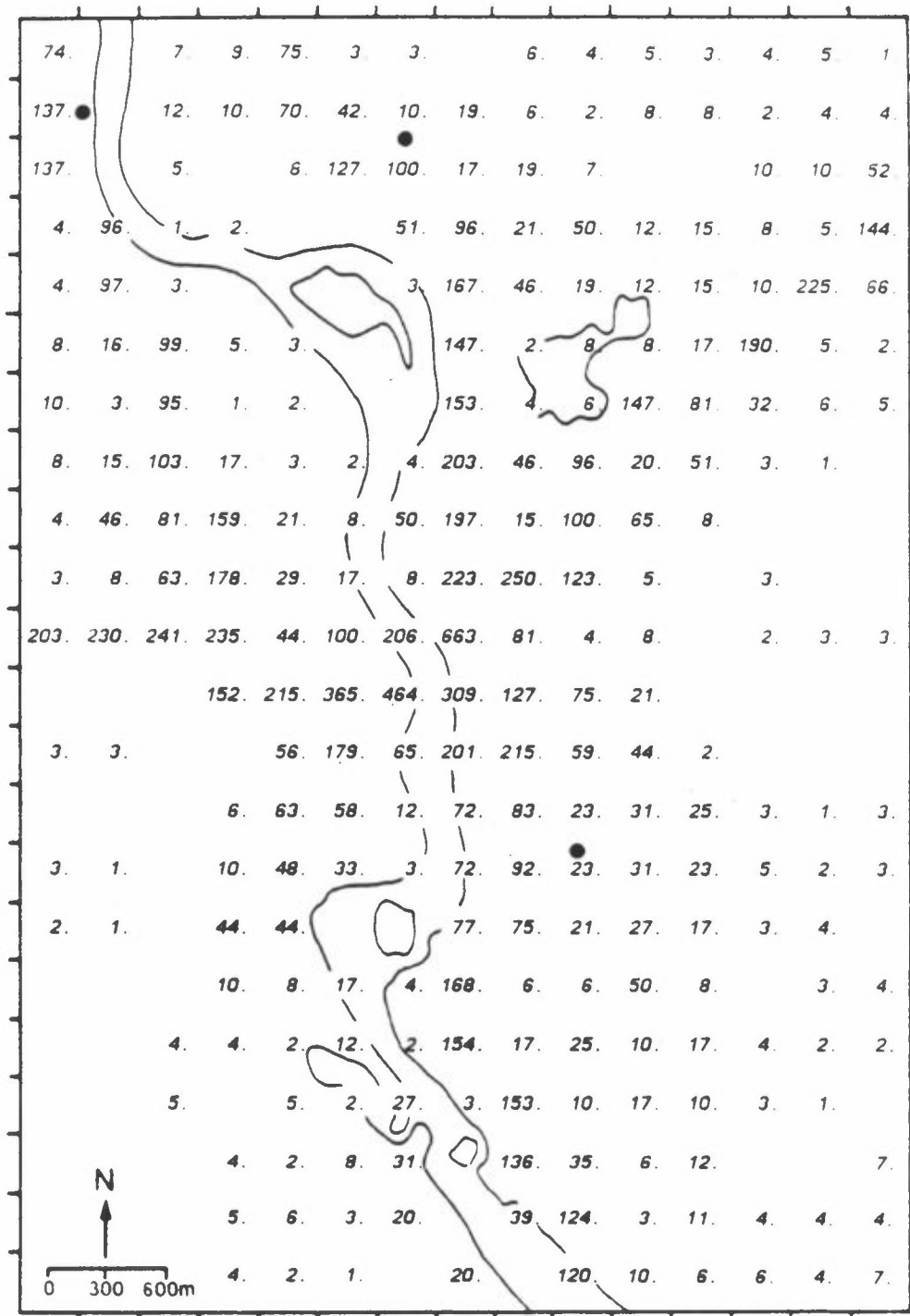
Enhet:  $10^{-1}$  g/h.



Figur B9: Utslipp av bly fra trafikk.  
 Enhet: 10 g/h.



Figur B10 Utslipp av PAH fra trafikk.  
 Enhet: g/h.



Figur B11 Utslipp av BaP fra trafikk.  
 Enhet:  $10^{-2}$  g/h.

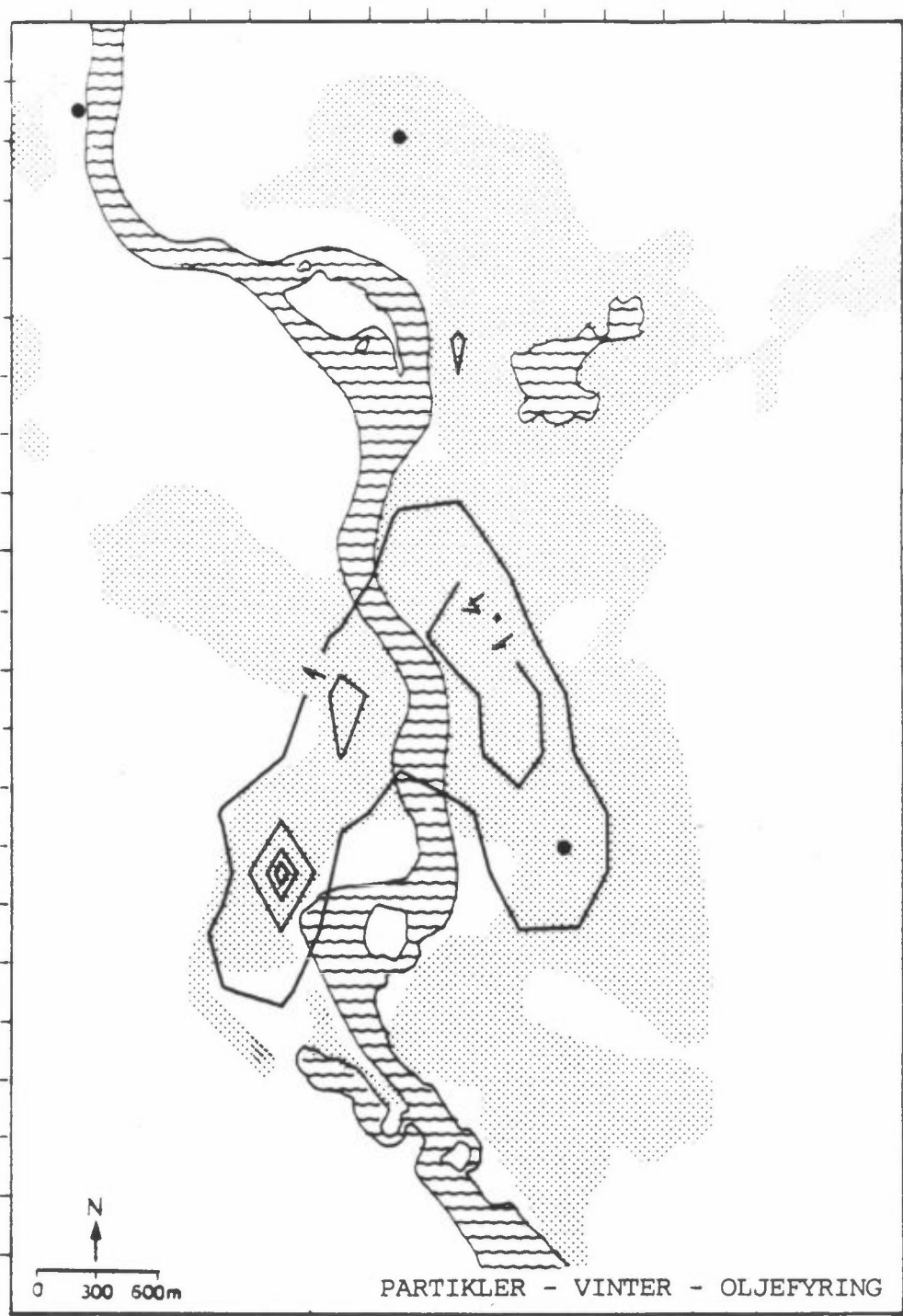




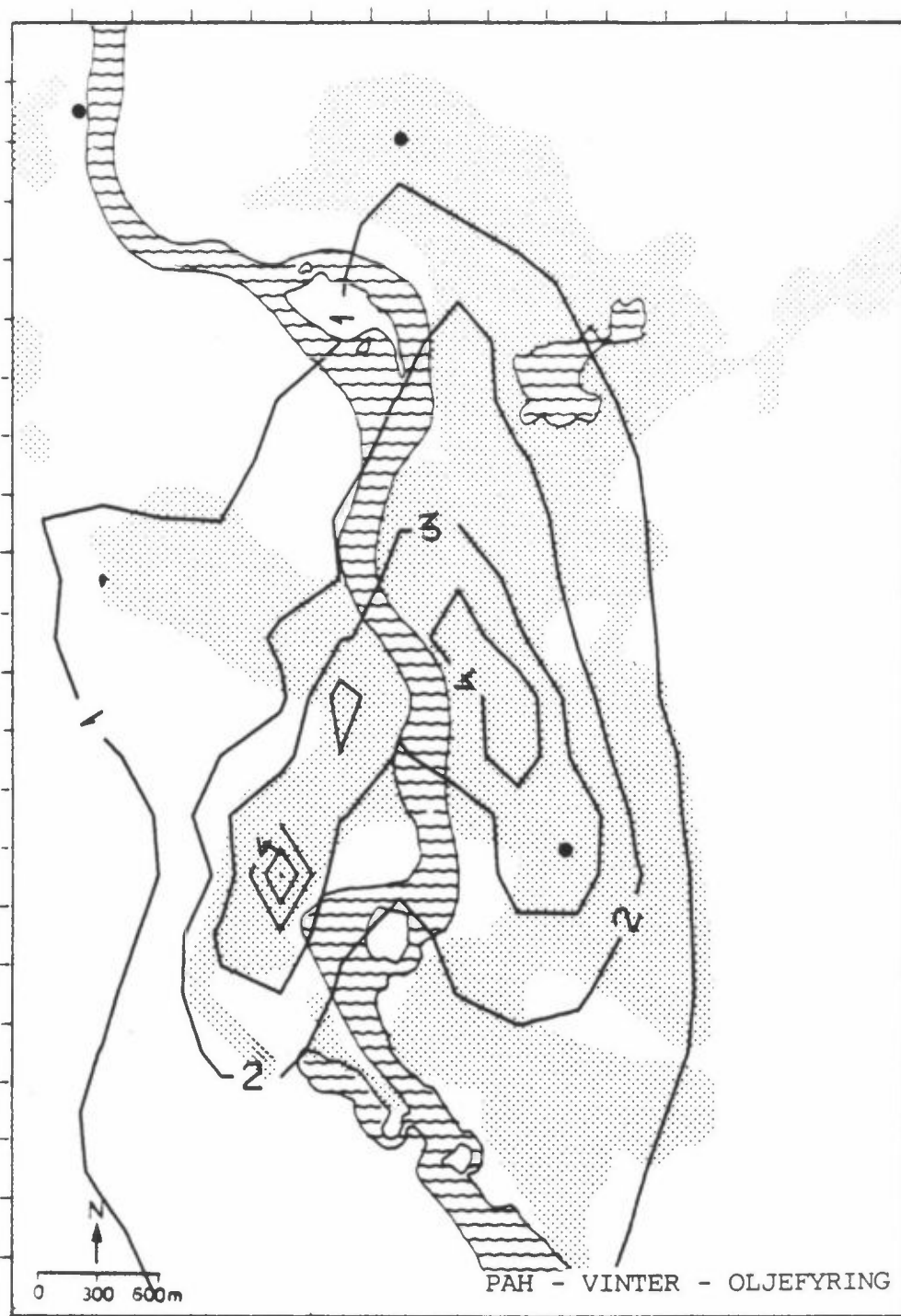
## VEDLEGG C

Beregning av konsentrasjoner fra  
de enkelte kildegruppene for partikler, PAH og BaP

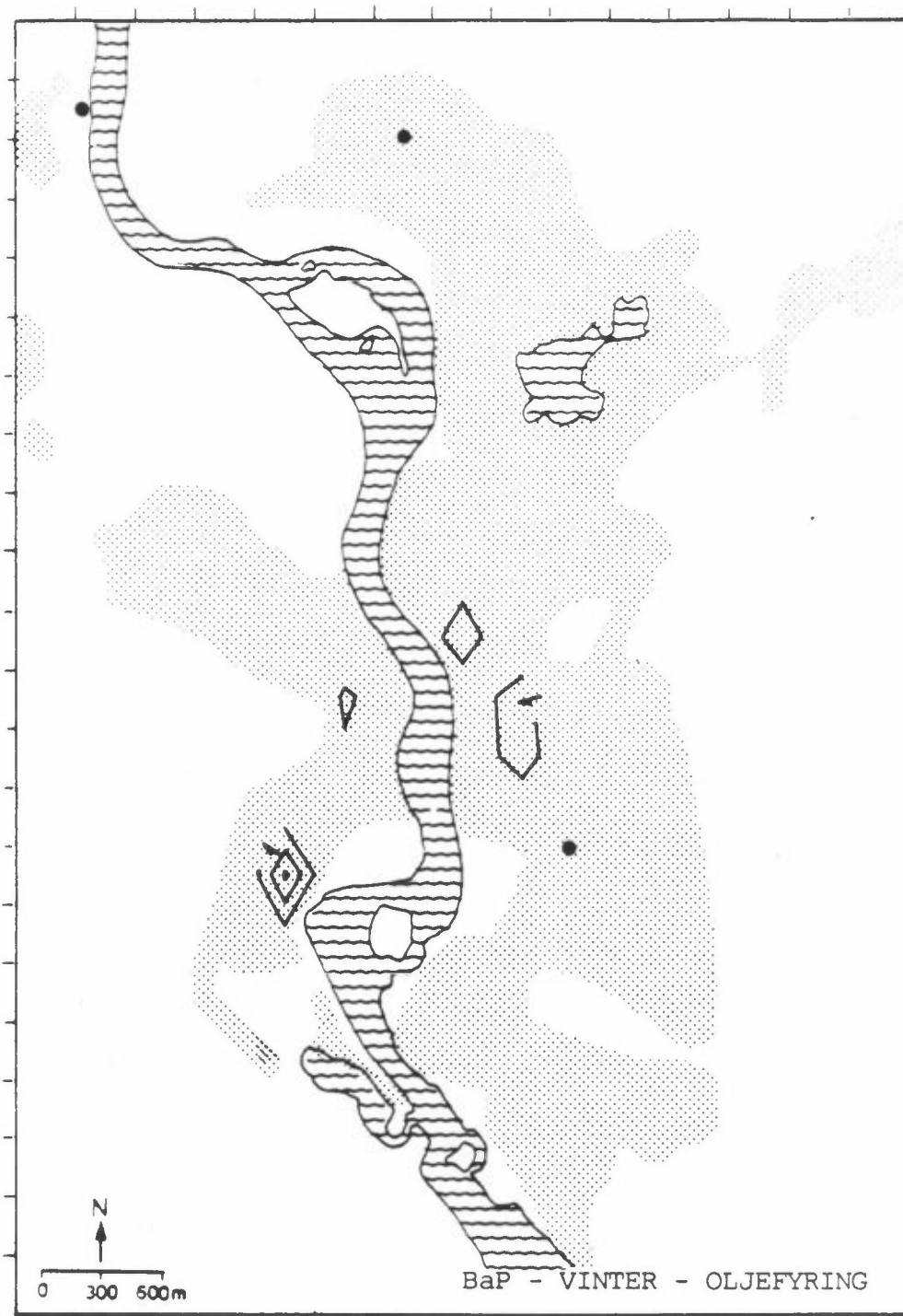




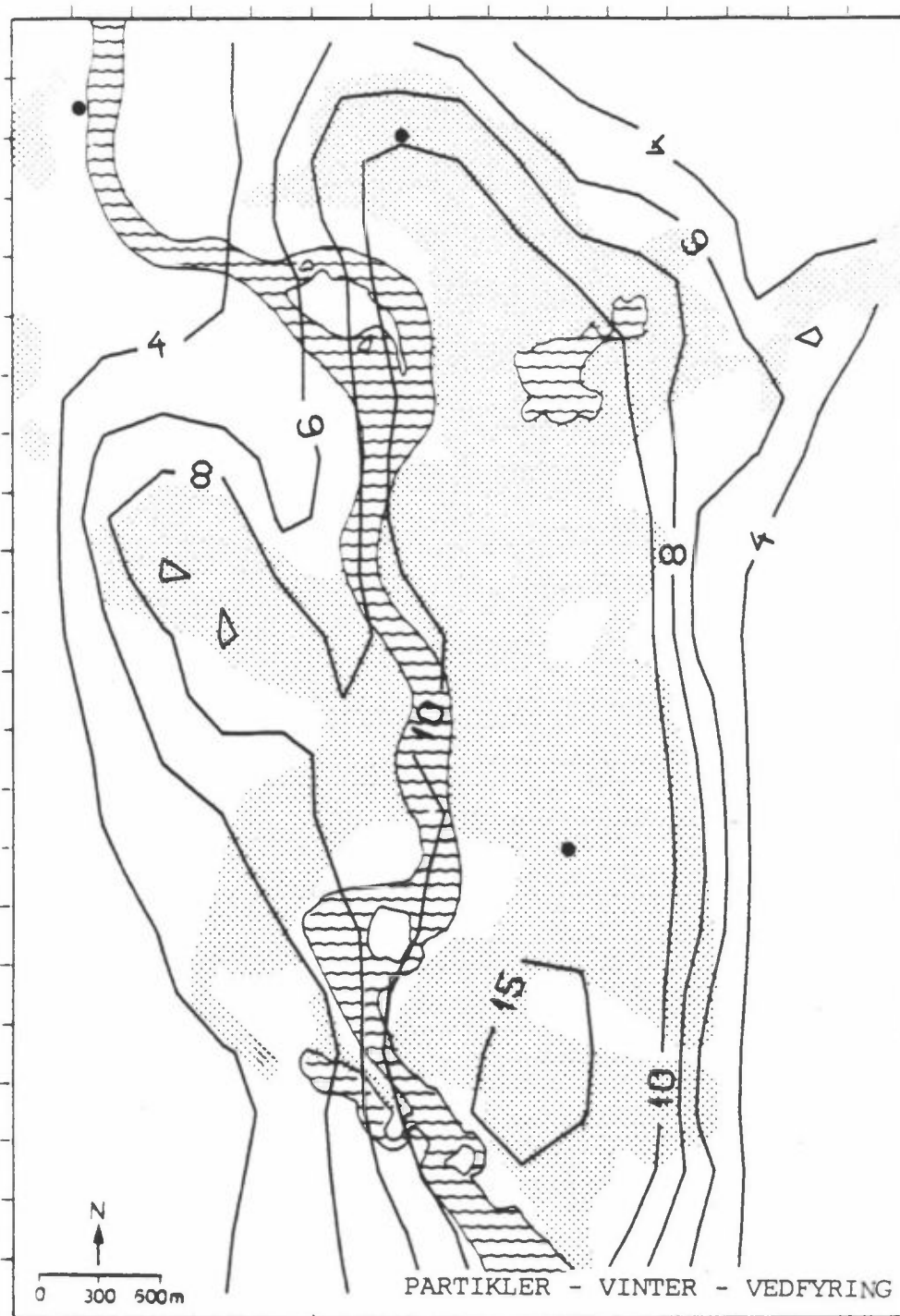
Figur C1: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av partikler fra oljefyring.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



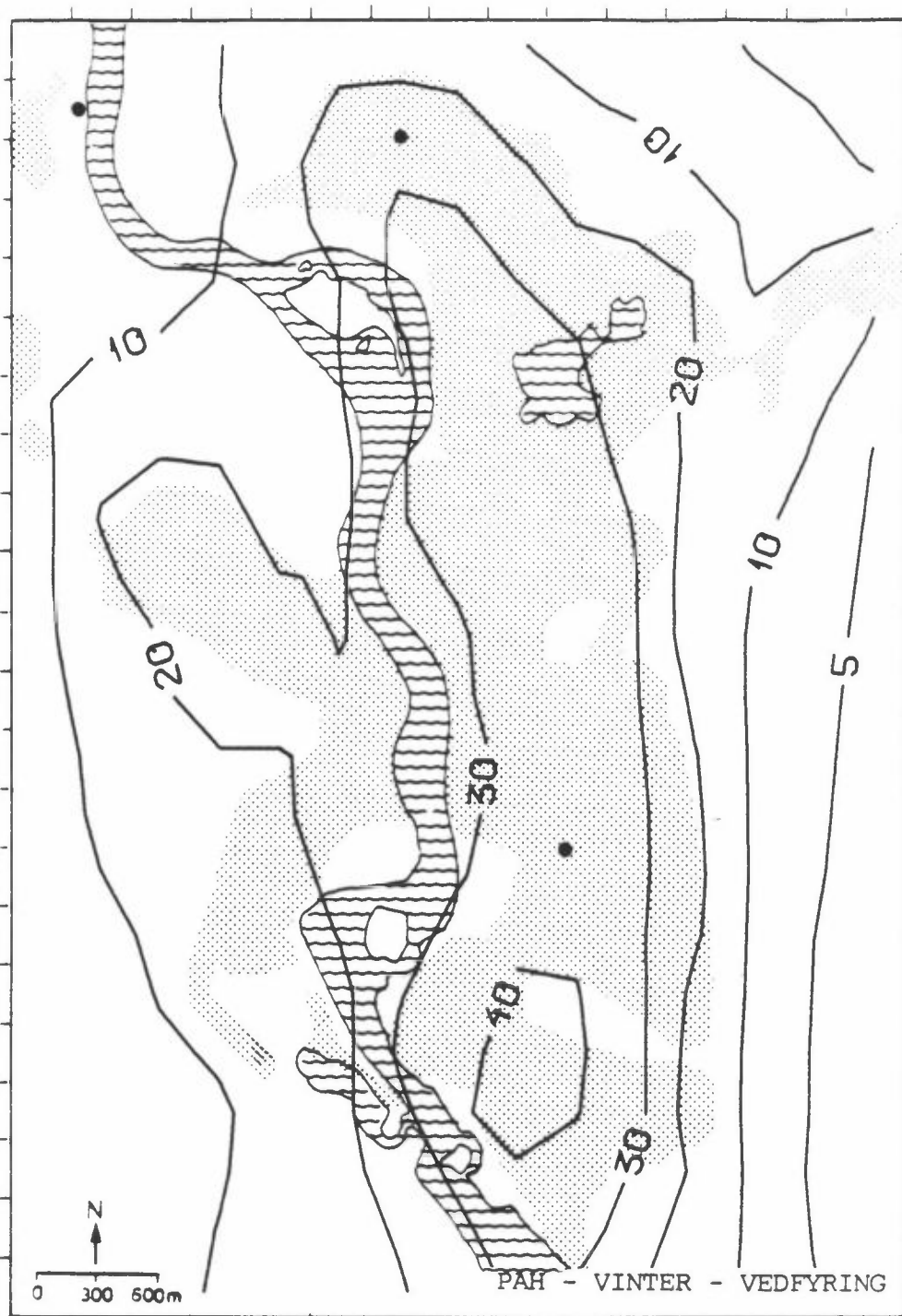
Figur C2: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av PAH fra oljefyring.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$



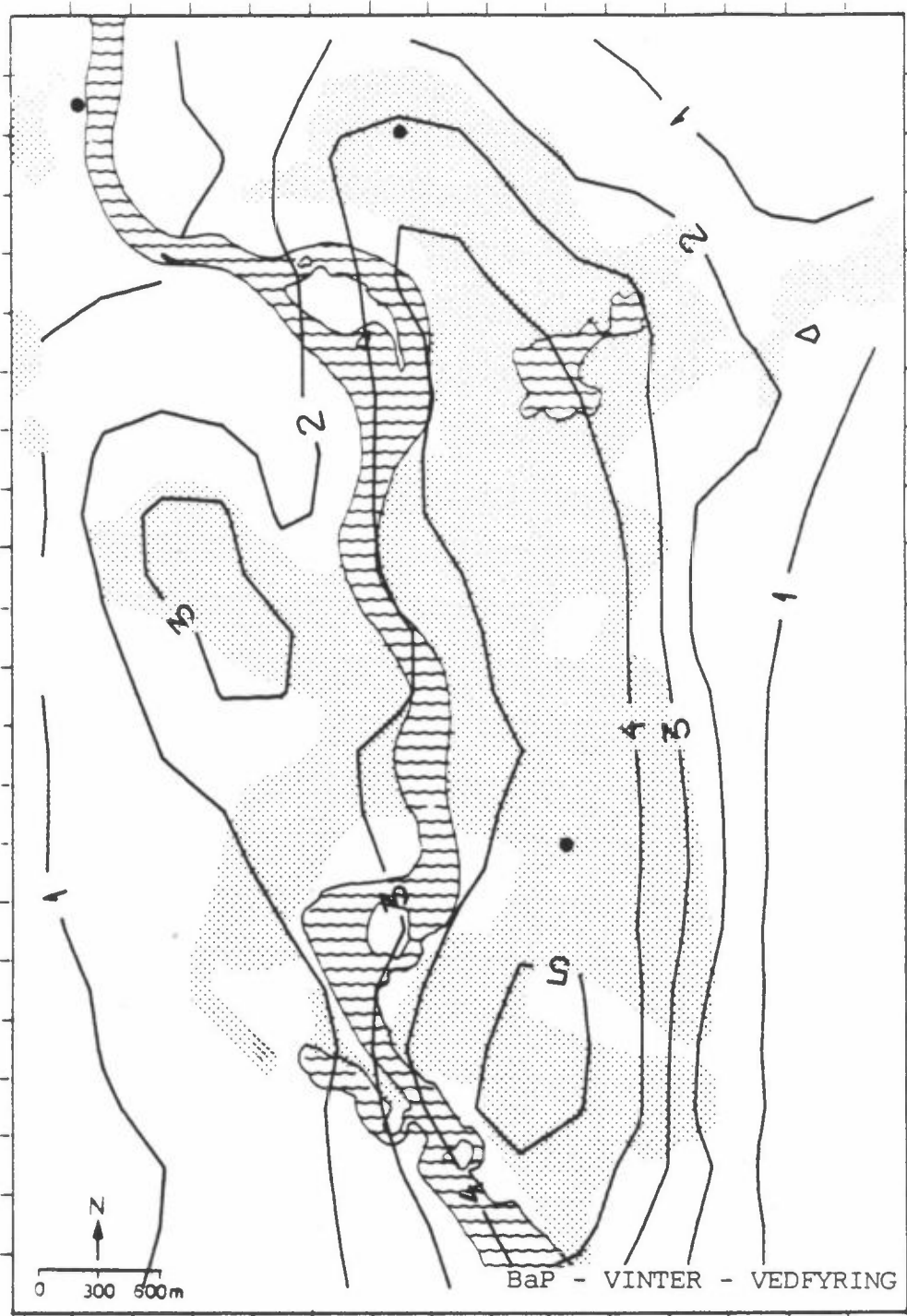
Figur C3: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av BaP fra oljefyring.  
Enhet:  $10^{-1}$  ng/m<sup>3</sup>



Figur C4: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av partikler fra vedfyring.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

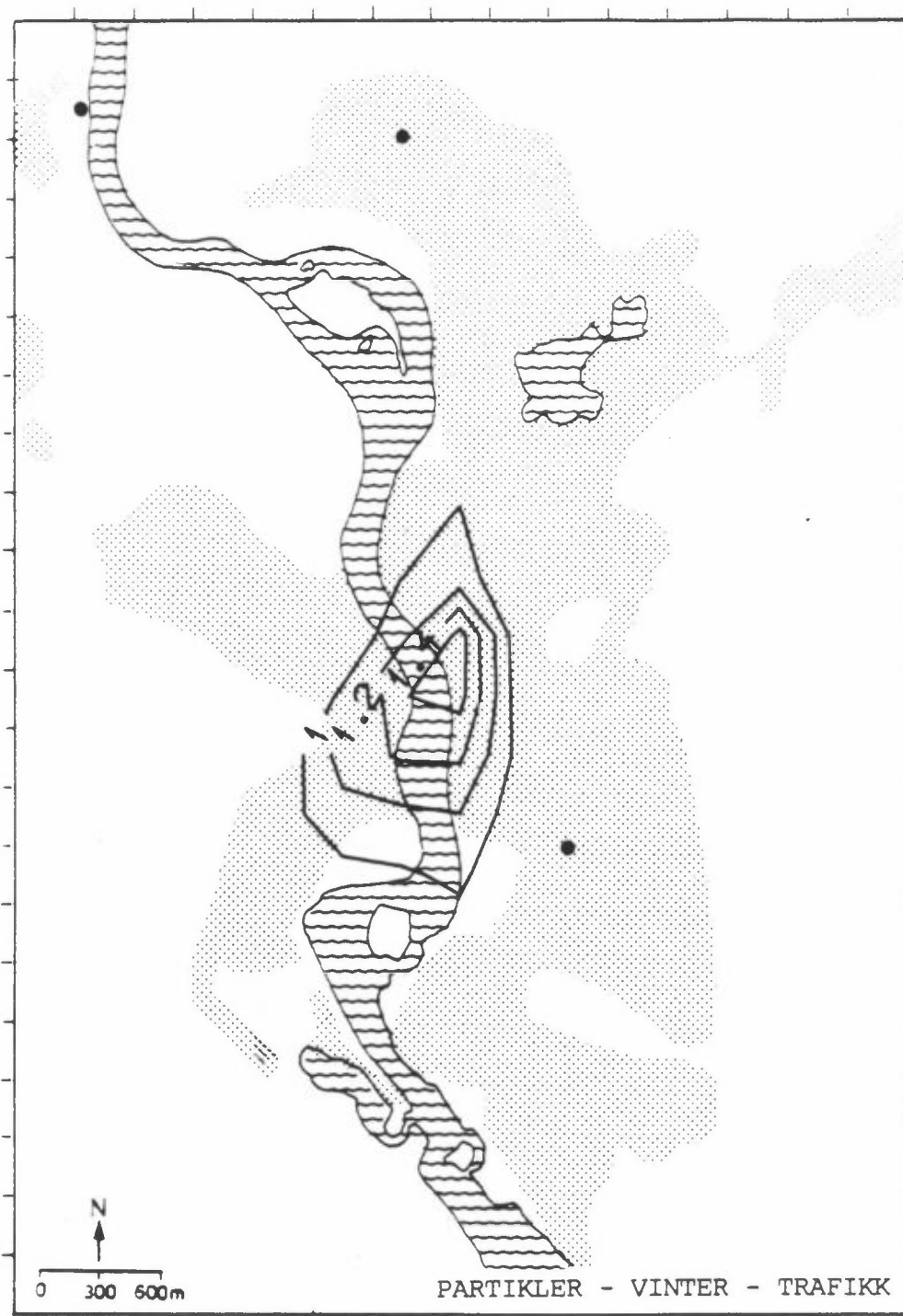


Figur C5: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av PAH fra vedfyring.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$

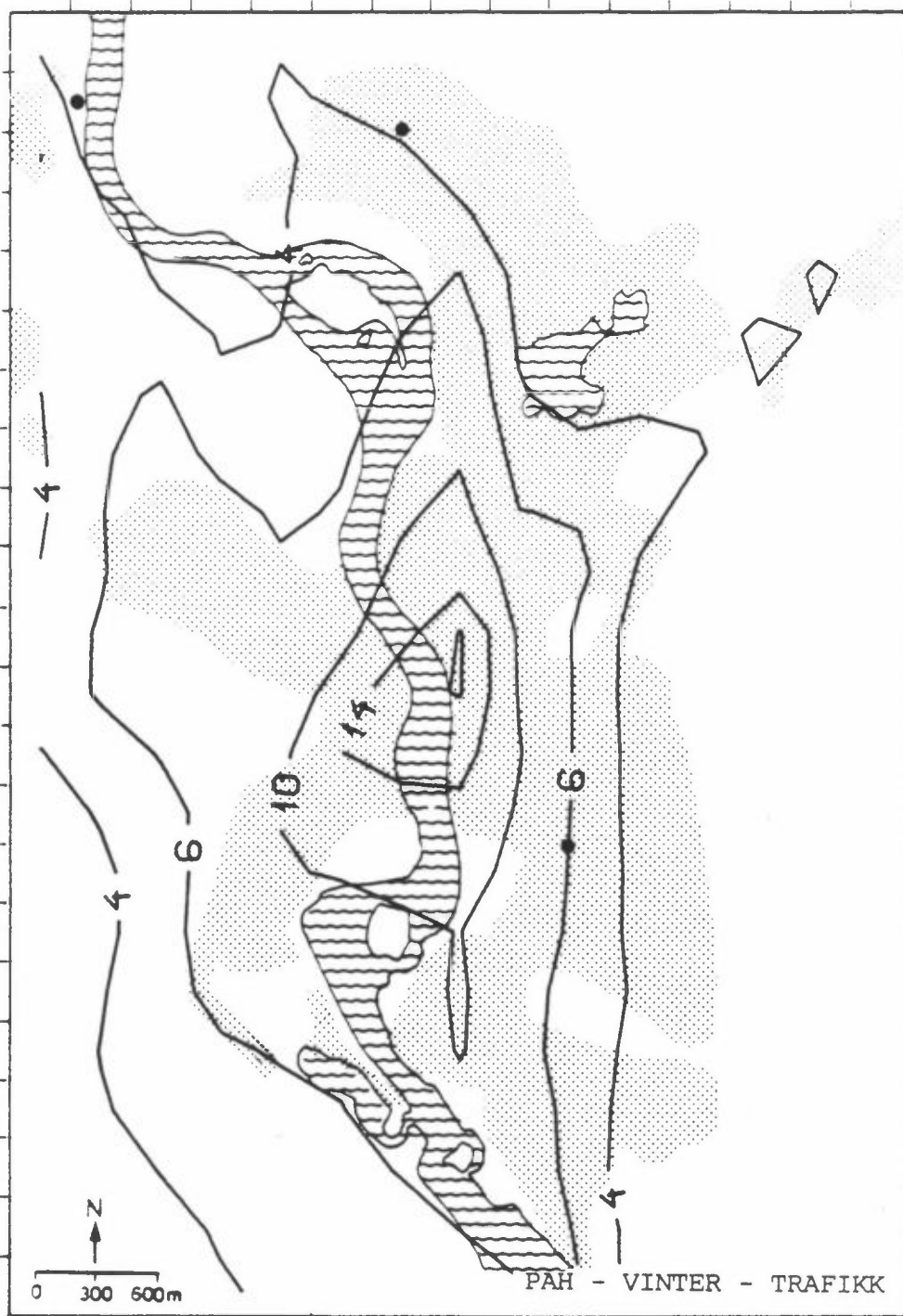


Figur C6: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av BaP fra vedfyring.  
Enhet:  $10^{-1} \text{ ng/m}^3$

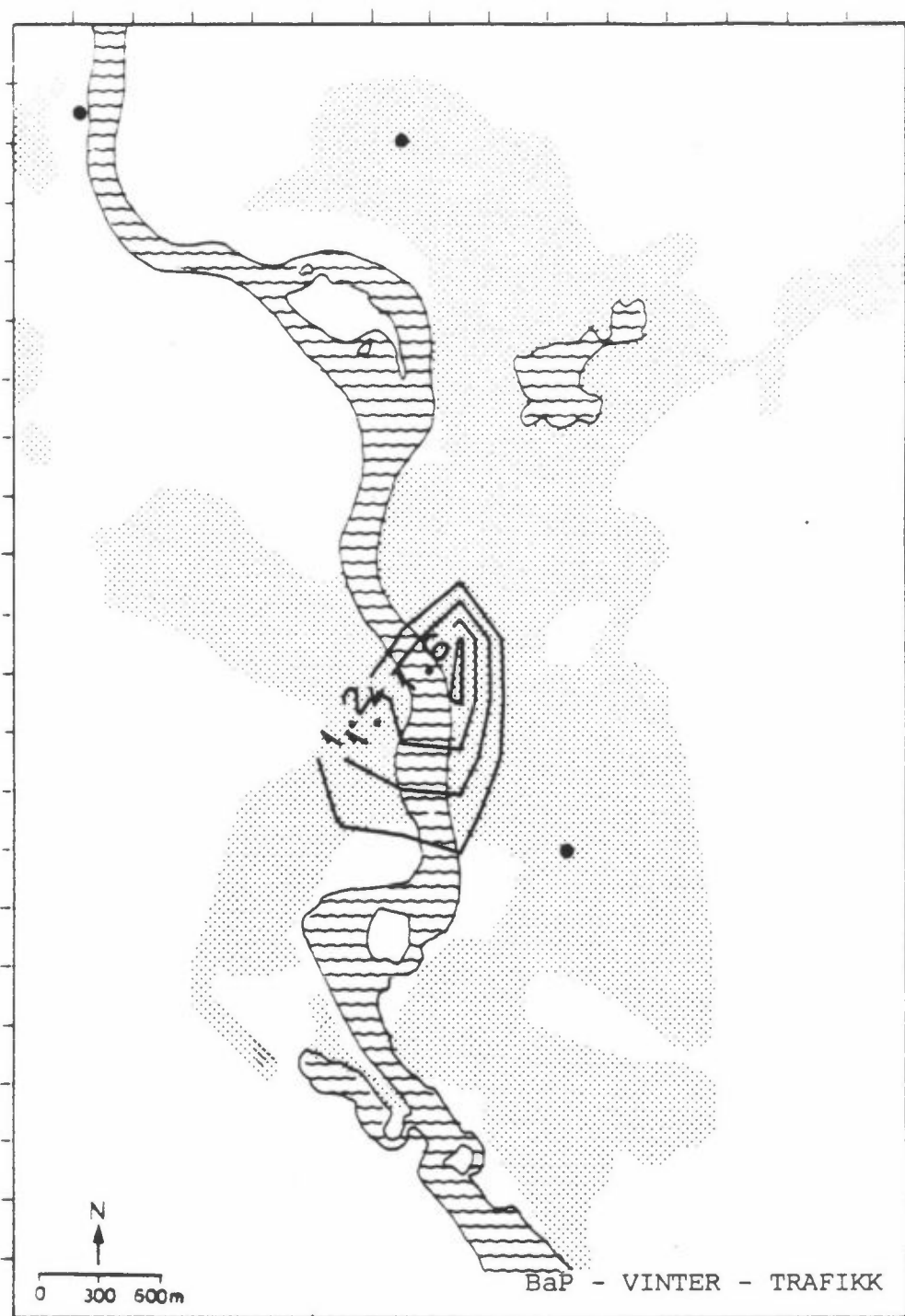




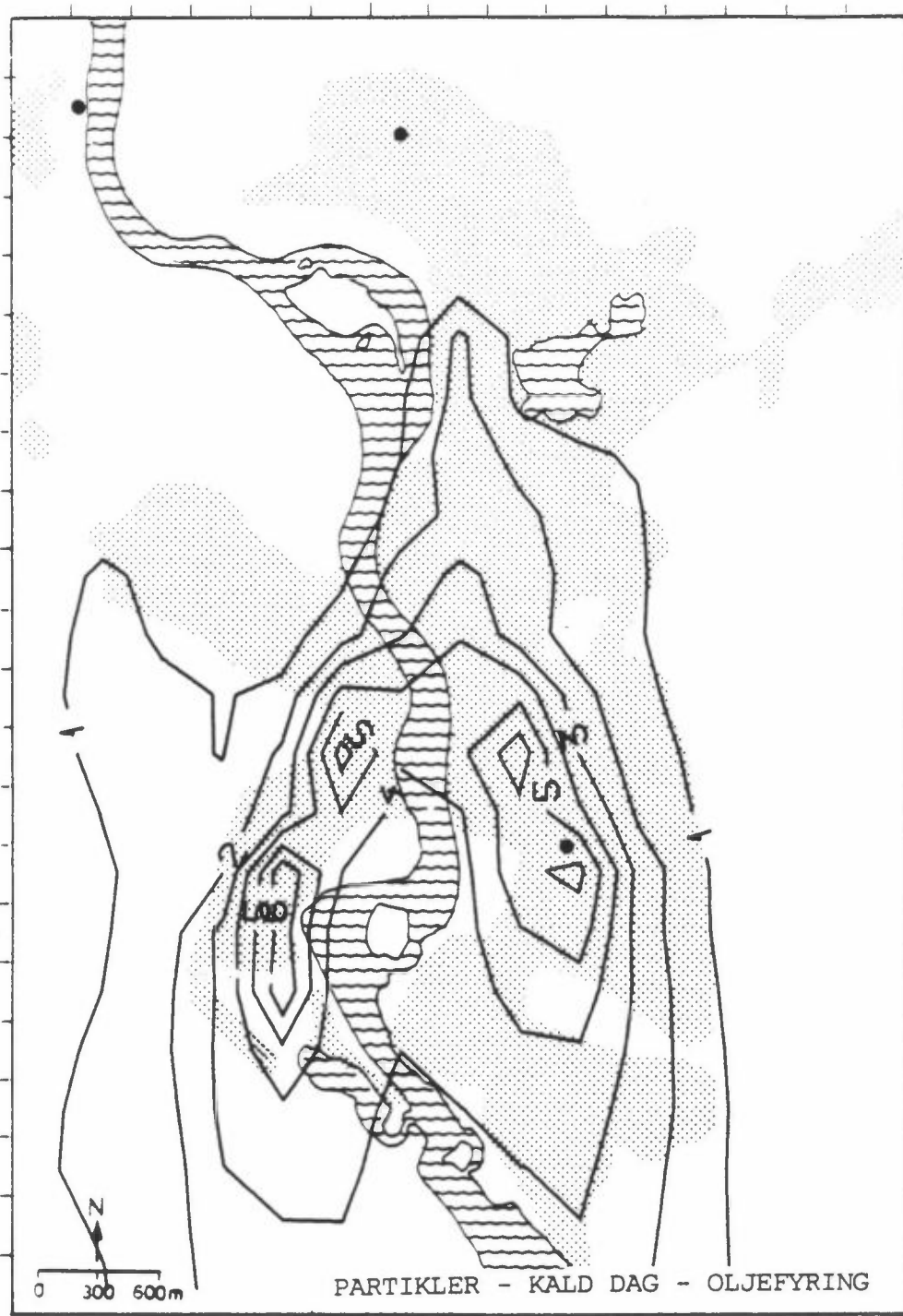
Figur C7: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av partikler fra trafikk.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



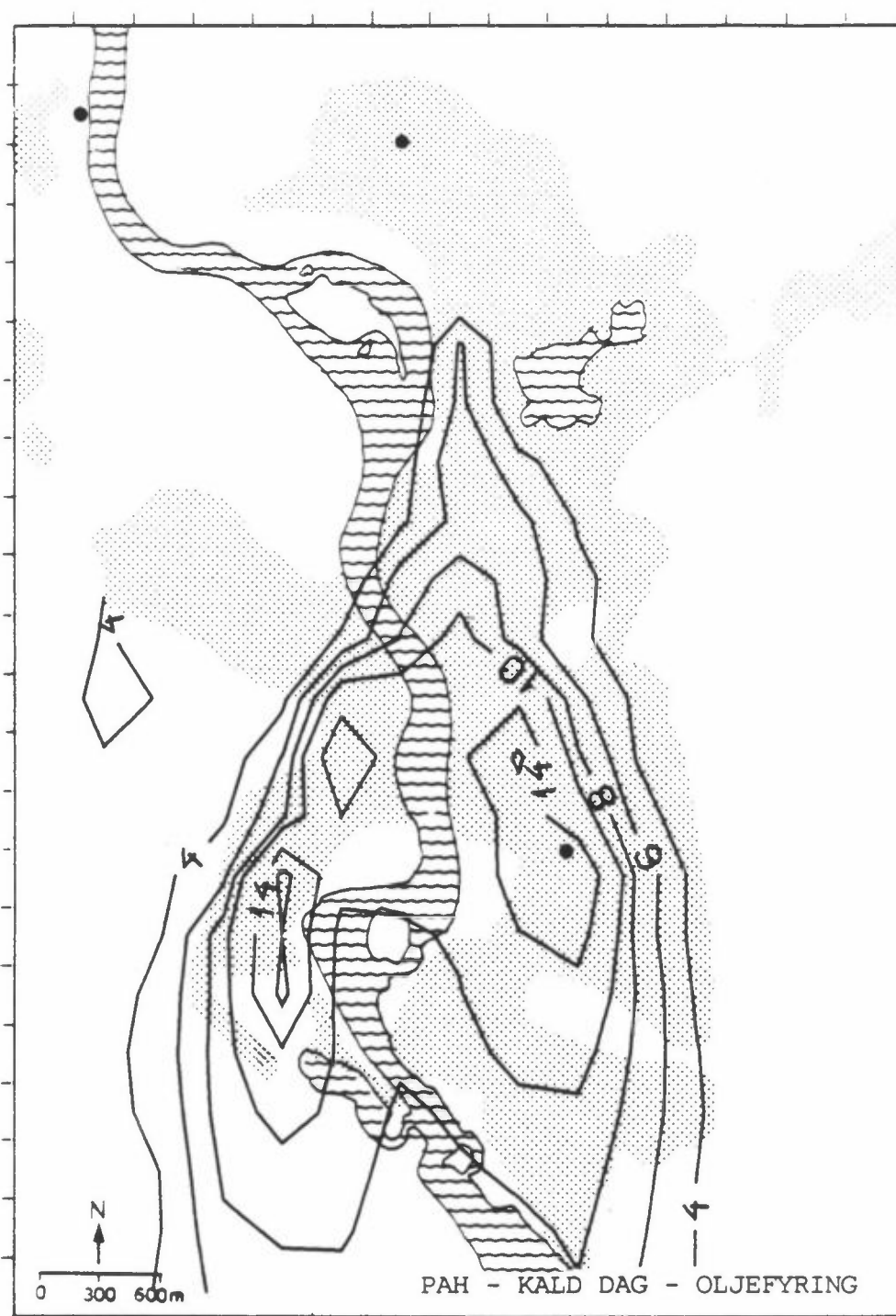
Figur C8: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av PAH fra trafikk.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$



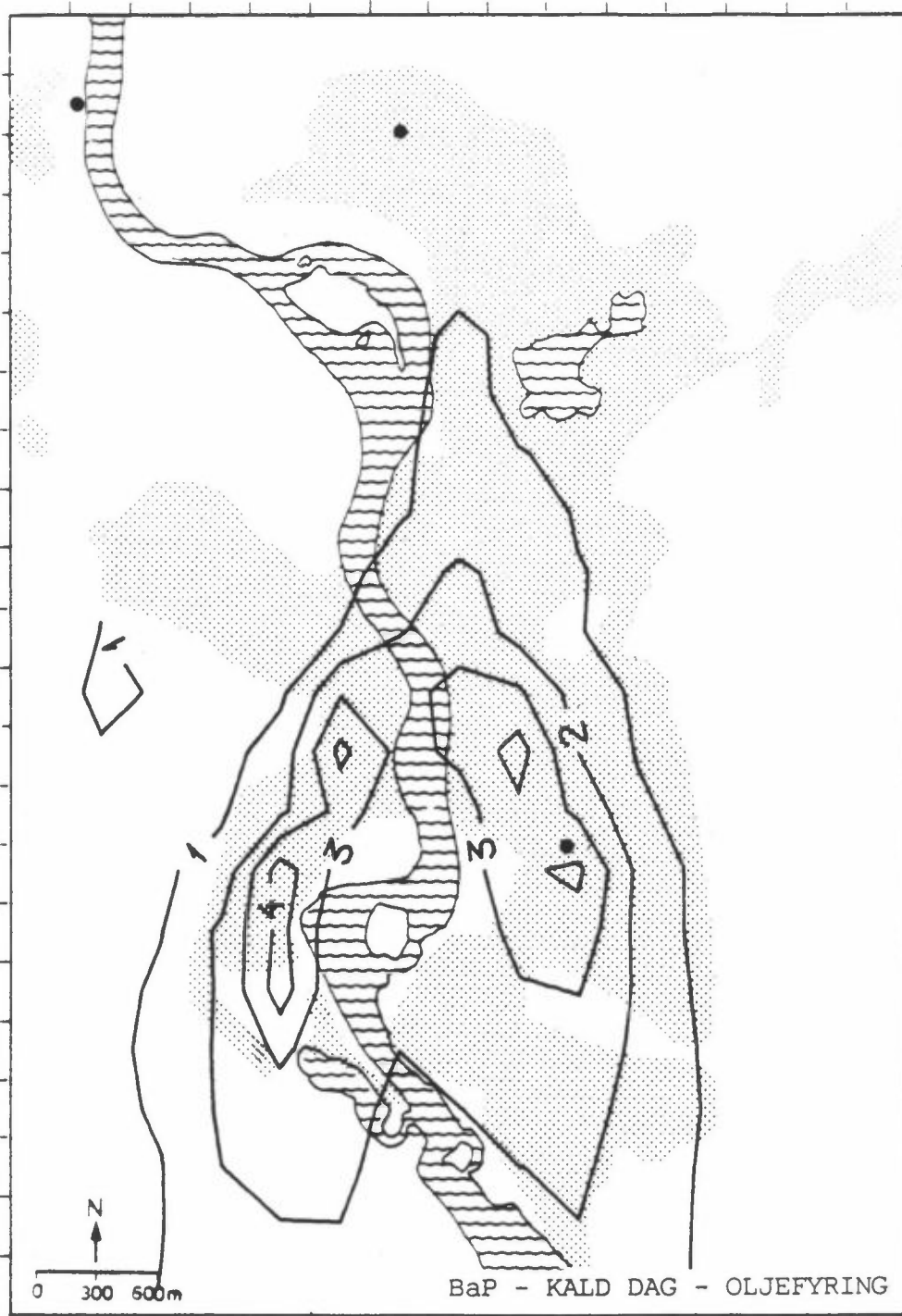
Figur C9: Beregnede langtidsmidlede konsentrasjoner av BaP fra trafikk.  
Enhet:  $10^{-1}$  ng/m<sup>3</sup>



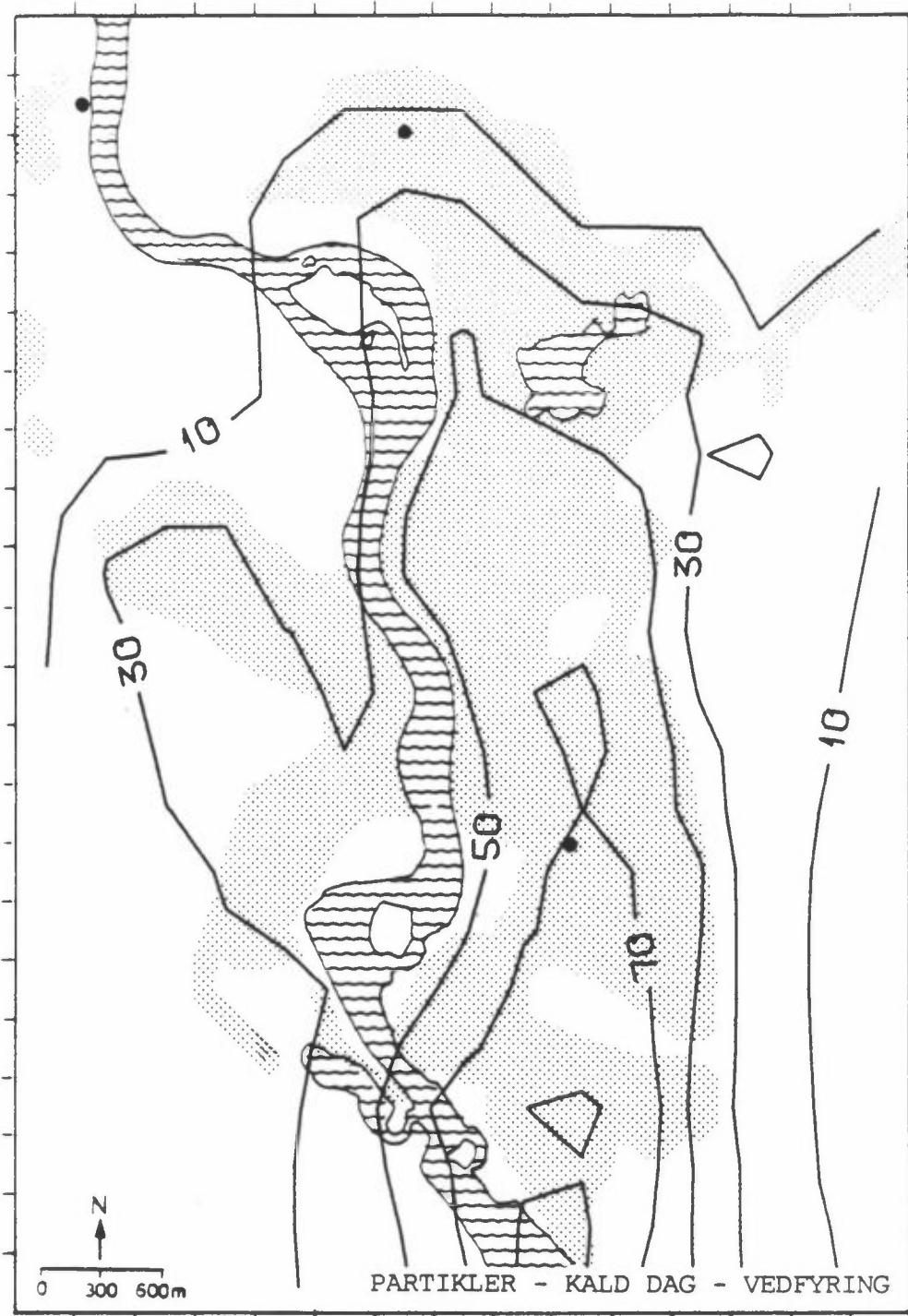
Figur C10: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av partikler fra oljefyring.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



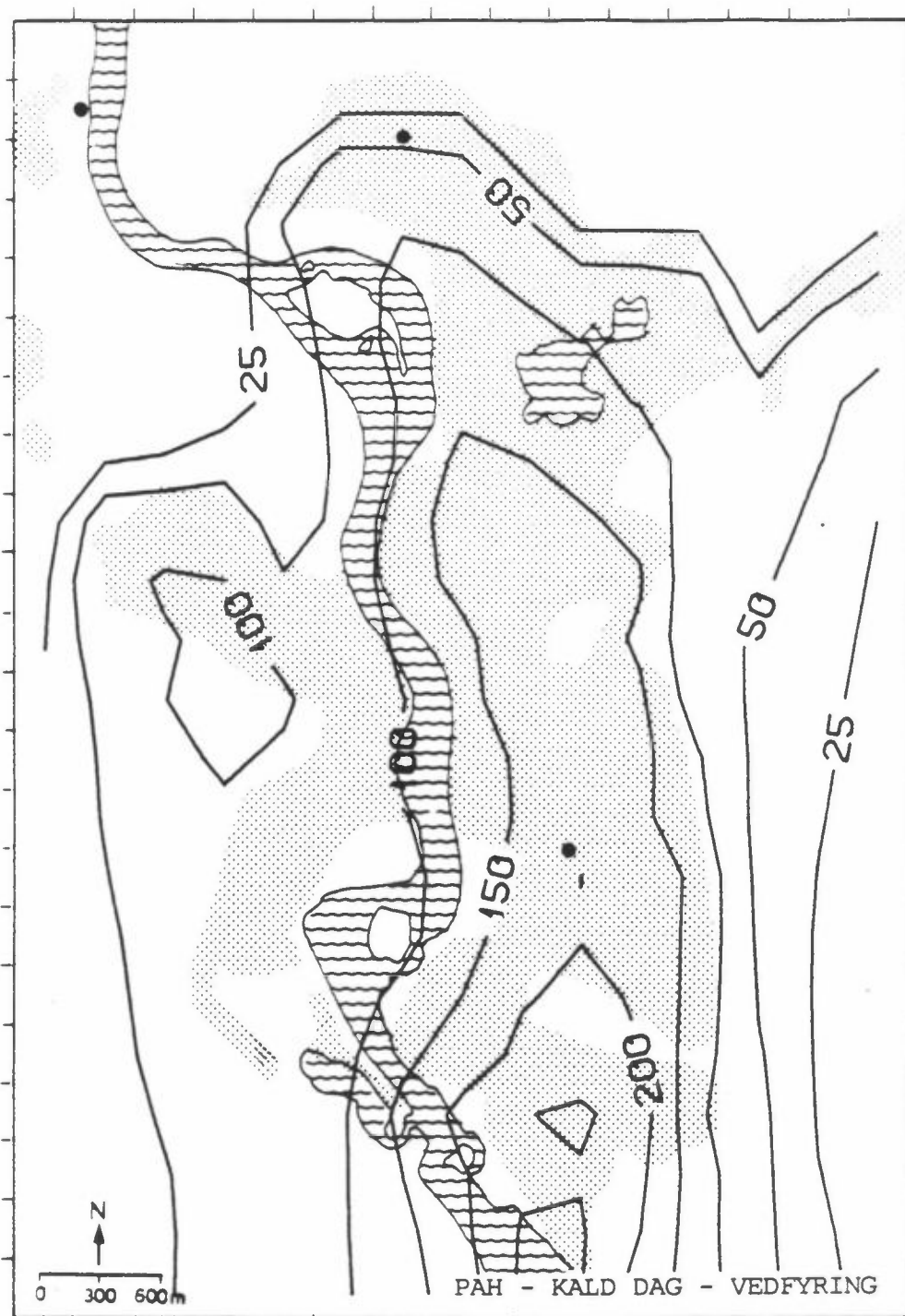
Figur C11: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av PAH fra oljefyring.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$



Figur C12: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av BaP fra oljefyring.  
Enhet:  $10^{-1} \text{ ng/m}^3$

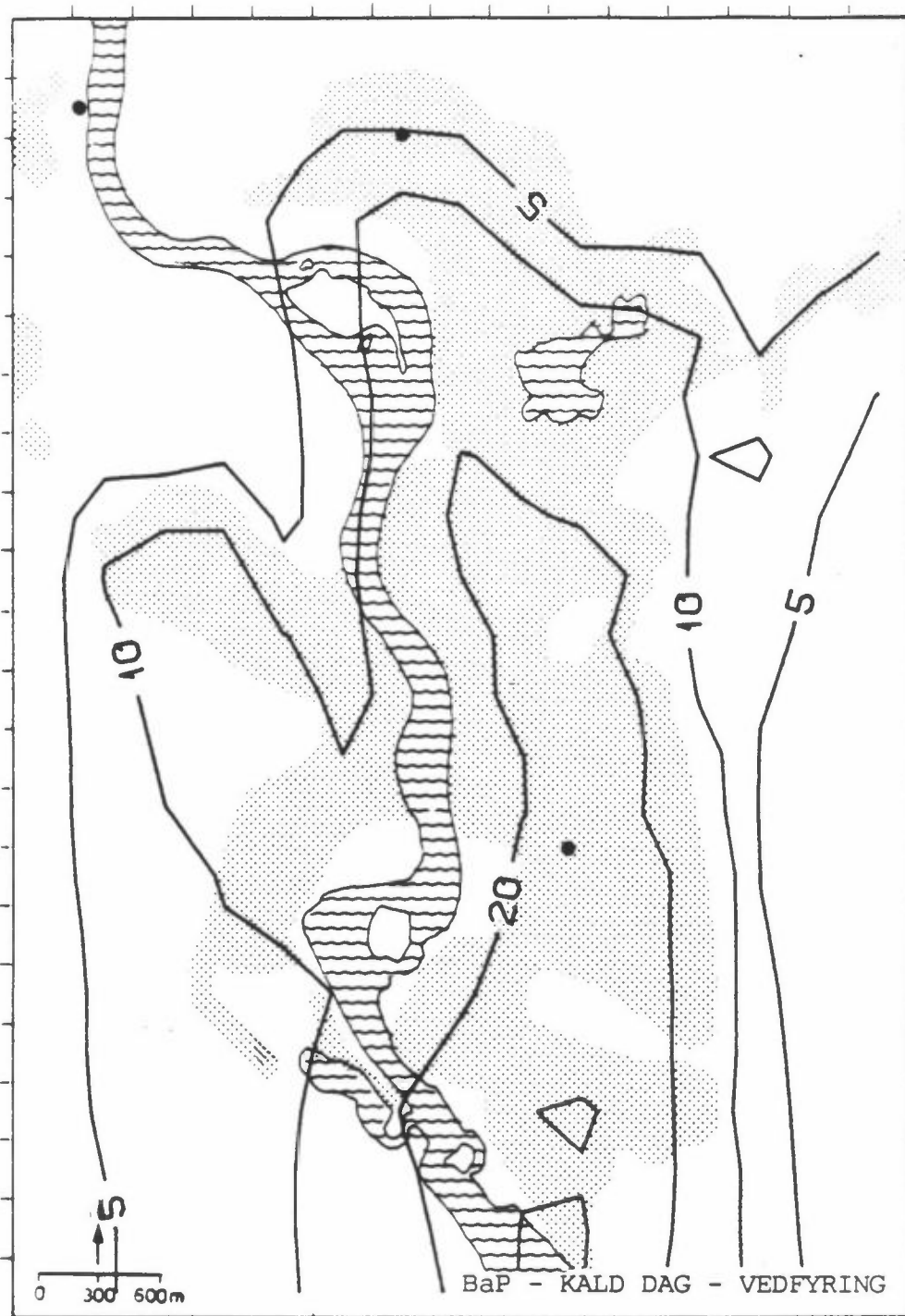


Figur C13: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av partikler fra vedfyring.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

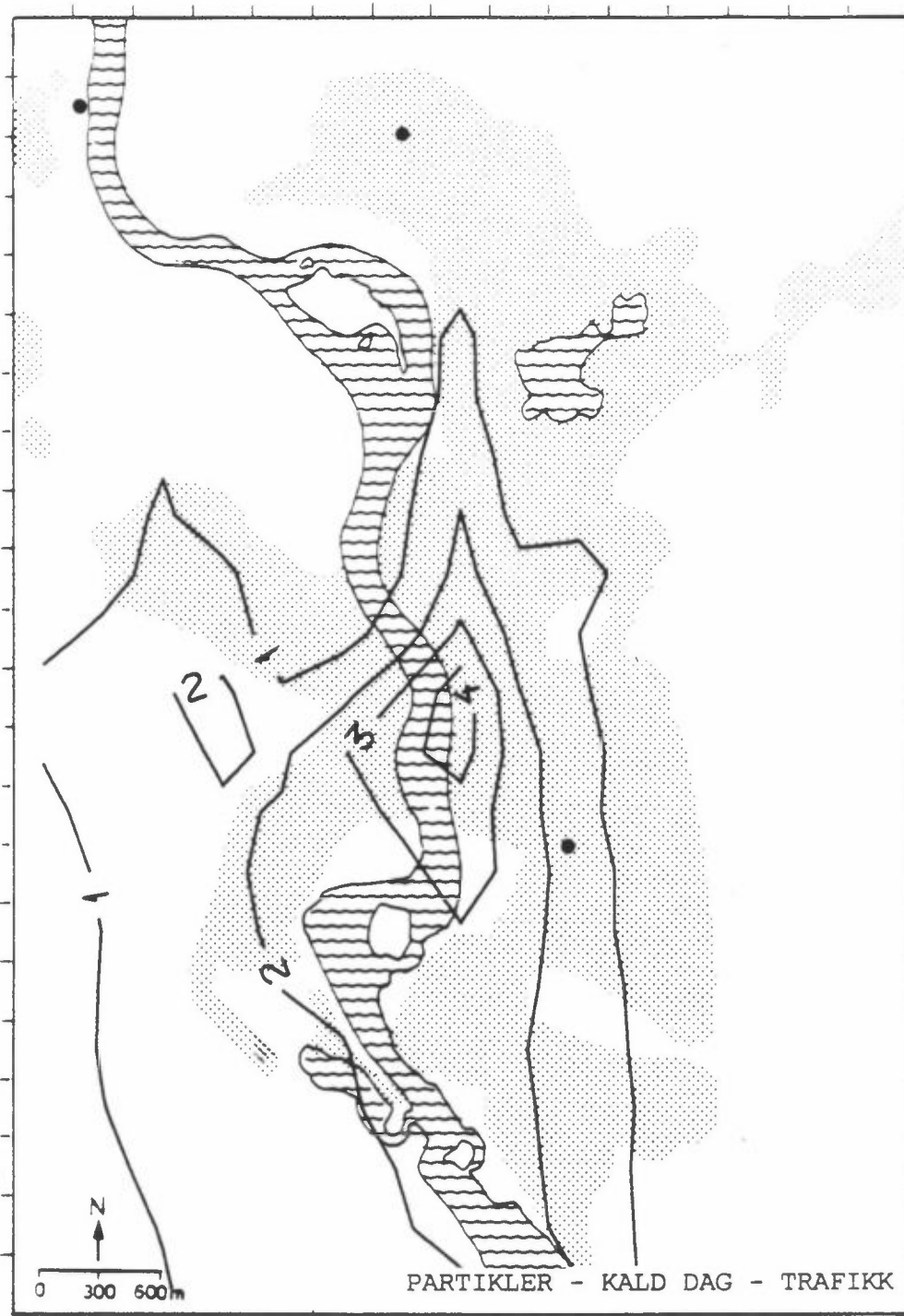


Figur C14: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av PAH fra vedfyring.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$

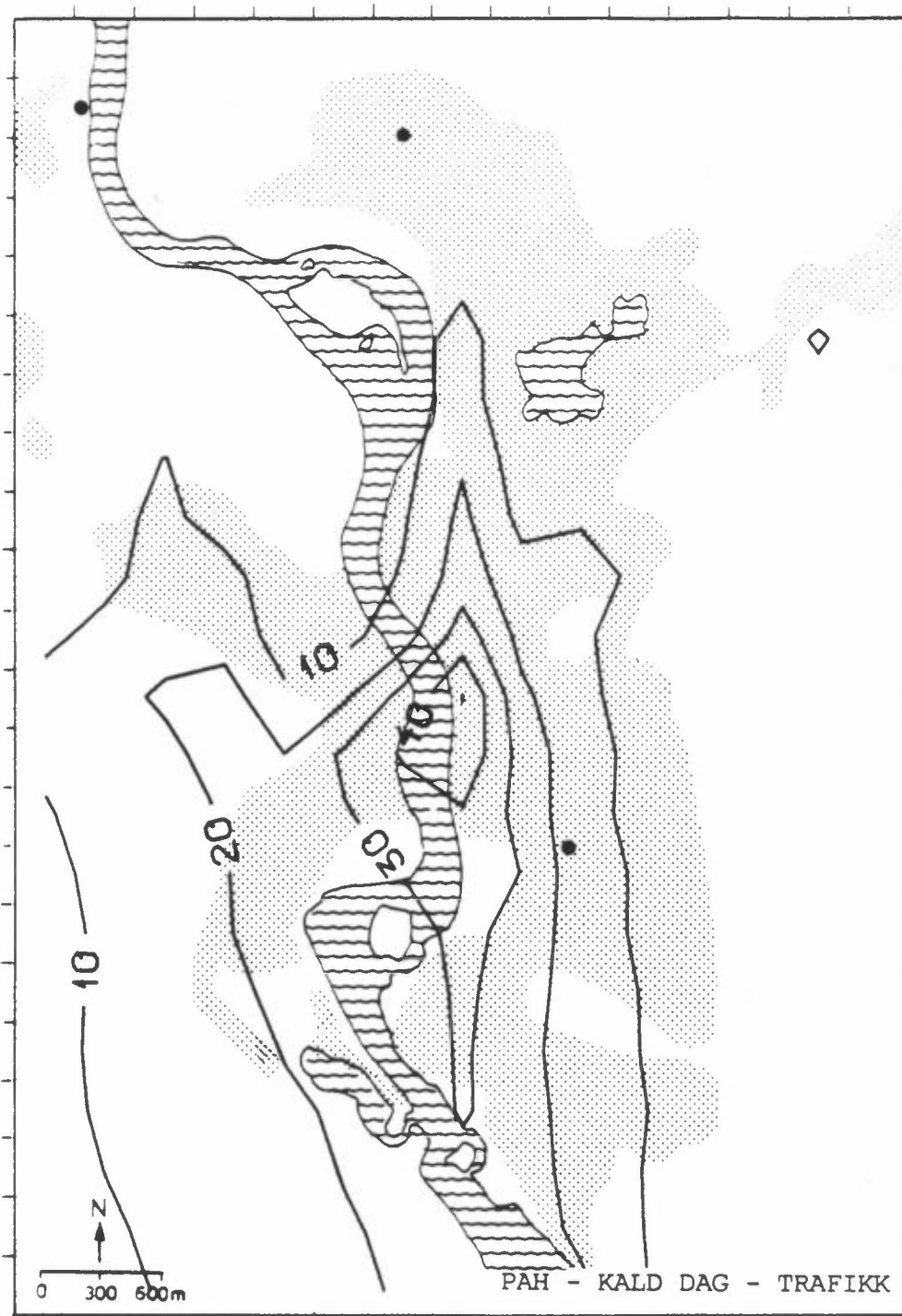




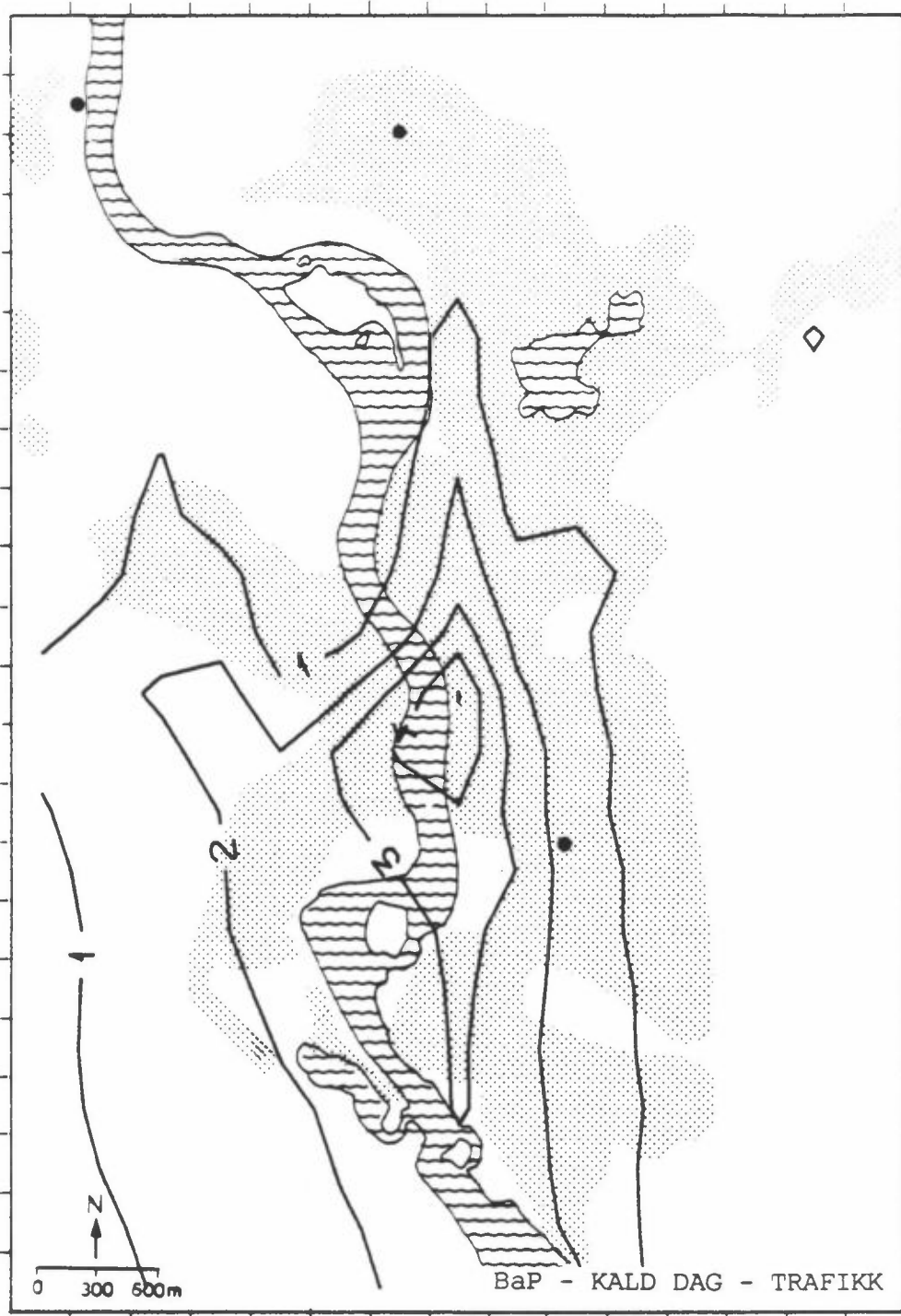
Figur C15: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av BaP fra vedfyring.  
Enhet:  $10^{-1}$  ng/m<sup>3</sup>



Figur C16: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av partikler fra trafikk.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Figur C17: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av PAH fra trafikk.  
Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$



Figur C18: Beregnede døgnmidlede konsentrasjoner av BaP fra trafikk.

Enhet:  $10^{-1} \text{ ng/m}^3$

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 58/87	ISBN-82-7247-853-6	
DATO OKTOBER 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Schjoldager</i>	ANT. SIDER 66	PRIS Kr 60,-
TITTEL Beregninger av luftforurensninger i Elverum		PROSJEKTLEDER J. Schjoldager	
		NILU PROSJEKT NR. O-8153	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk Jørgen Schjoldager		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Utslippskartlegging      Spredningsberegninger      Vedfyring			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Konsentrasjoner av respirable partikler, bly (Pb), kalium (K), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og benzo(a)pyren (BaP) er beregnet ut fra trafikktegninger og forbrukstall av olje og ved. Sammenlikning mellom observerte og beregnede konsentrasjoner viste rimelig godt samsvar for partikler og til dels for K og PAH. For de andre komponentene var det noe forskjell mellom beregninger og målinger.			

TITLE
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Concentrations of respirable particles, lead (Pb), potassium (K), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and benzo(a)pyrene (BaP) are calculated, and compared with ambient air quality data. There was relatively good agreement for respirable particles, and to some extent for K and PAH. There were larger deviations for BaP and especially for Pb.

\* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU      A  
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver      B  
 Kan ikke utleveres      C