Appendix Text 3. WinBUGS code for Model 3.

```
model {
 for (i in 1:N) {
  y[i] ~ dpois(mu[i])
  log(mu[i]) <- log(n[i]) + epsilon[age[i],LAD[i],yr[i]]
 }

 ###########################################################################
 ####      priors on the overall intercept (alpha) and overall slope (beta)
 ###########################################################################
 alpha ~ dnorm(0, 0.00001)
 beta ~ dnorm(0, 0.00001)

 ###########################################################################
 ####      age and district specific intercepts and age-district interactions
 ###########################################################################

 ####   age intercepts with RW1 prior
 theta[1:Ages] ~ car.normal(adj.age[],weights.age[],num.age[],tau_theta)
 sigma_theta ~ dunif(0,2)
 tau_theta <- pow(sigma_theta,-2)

 ####   district intercepts with BYM prior
 u[1:LADs] ~ car.normal(adj.LAD[],weights.LAD[],num.LAD[],tau_u)
 for (d in 1:LADs) {
  tmp[d] <- alpha + u[d]
  v[d] ~ dnorm(tmp[d],tau_v)
 }
 sigma_u ~ dunif(0,2)
 tau_u <- pow(sigma_u,-2)
 sigma_v ~ dunif(0,2)
 tau_v <- pow(sigma_v,-2)

 ####   age-district interactions
 for (a in 1:Ages) {
  for (d in 1:LADs) {
   mu.age_LAD[a,d] <- theta[a] + v[d]
   age_LAD[a,d] ~ dnorm(mu.age_LAD[a,d],tau_age_LAD)
 }}
 sigma_age_LAD ~ dunif(0,2)
 tau_age_LAD <- pow(sigma_age_LAD,-2)

 ###########################################################################
 ####      age/cohort related time trends
 ###########################################################################
 for (a in 1:Ages) {
  gamma.temp[a,1] <- 0
  gamma[a,1] <- 0
  beta_age_all[a] <- beta + beta_age[a]
  for (tt in 2:obs.Years) {
   gamma.temp[a,tt] <- gamma[a,tt-1] + beta_age_all[a] + beta_cohort[cohort.ind[a,tt]]
   gamma[a,tt] <- gamma.temp[a,tt] + add.noise[a,tt] * noise[a,tt]
   # Note: add.noise is a matrix with all entries being 1 apart from add.noise[19,1:5]=0 and
   # add.noise[1,(obs.Years-4):obs.Years]=0 to suppress the random walk part for identifiability of
```

```
    # the oldest and the youngest cohorts

    noise[a,tt] ~ dnorm(0,tau_gamma)
  }}
  sigma_gamma ~ dunif(0,2)
  tau_gamma <- pow(sigma_gamma,-2)


  ##############################################################################
  ####      age slopes with RW1 prior
  ##############################################################################
  beta_age[1:Ages] ~ car.normal(adj.age[],weights.age[],num.age[],tau_beta_age)
  sigma_beta_age ~ dunif(0,2)
  tau_beta_age <- pow(sigma_beta_age,-2)

  ##############################################################################
  ####      district related trends
  ##############################################################################
  for (d in 1:LADs) {
    gamma_LAD.temp[d,1] <- 0
    gamma_LAD[d,1] <- 0
    for (tt in 2:obs.Years) {
      gamma_LAD.temp[d,tt] <- gamma_LAD[d,tt-1] + beta_LAD[d]
      gamma_LAD[d,tt] ~ dnorm(gamma_LAD.temp[d,tt],tau_gamma_LAD)
  }}
  sigma_gamma_LAD ~ dunif(0,2)
  tau_gamma_LAD <- pow(sigma_gamma_LAD,-2)

  ##############################################################################
  ####      district slopes with BYM prior
  ##############################################################################
  beta_LAD_u[1:LADs] ~ car.normal(adj.LAD[],weights.LAD[],num.LAD[],tau_beta_LAD_u)
  for(d in 1:LADs) {
    beta_LAD.temp[d] ~ dnorm(beta_LAD_u[d],tau_beta_LAD)
    beta_LAD[d] <- beta_LAD.temp[d]
  }
  sigma_beta_LAD_u ~ dunif(0,2)
  tau_beta_LAD_u <- pow(sigma_beta_LAD_u,-2)
  sigma_beta_LAD ~ dunif(0,2)
  tau_beta_LAD <- pow(sigma_beta_LAD,-2)

  ##############################################################################
  ####      putting all together
  ##############################################################################
  for (a in 1:Ages) {
    for (d in 1:LADs) {
      epsilon[a,d,1] <- age_LAD[a,d]
      for (tt in 2:obs.Years) {
        mu.epsilon[a,d,tt] <- age_LAD[a,d] + gamma[a,tt] + gamma_LAD[d,tt]
        epsilon[a,d,tt] ~ dnorm(mu.epsilon[a,d,tt],tau_epsilon)
  }}}
  sigma_epsilon ~ dunif(0,2)
  tau_epsilon <- pow(sigma_epsilon,-2)
}
```