පැරණි ශ්‍රී ලාංකේය යකඩ නිෂ්පාදනයේ තාක්ෂණික පරාමිතීන්

ඩබ්ලිව්. එම්. ටී. බී. විජේපාල

Abstract

පාෂාණවල ගුණ සොයා ගිය මානවයා විසින් අනිවාර්යයෙන් දෘඩ හා බර ප ාෂාණ කෙරෙහි ස්වකීය අවධානය විශේෂයෙන් යොමු කරන්නට වූයේ විසි කිරීම, දමා ගැසීම හෝ ශිලා ආයුධ පද්ධතිය නිර්මාණය කිරීම වැනි අවශ්‍යතාවන් වෙනුවෙනි. මේ බරින් වැඩි පාෂාණ පන්තිය දිගින් දිගට ම භාවිතයට ගැනීම වඩා ප්‍රතිඵලදායක කර ගනුයේ ඒවා දහනයට ලක් කොට ලෝහ නිස්සාරණය කර ගැනීමෙනි. ලෝහ උණු කිරීමේ ආරම්භය ද අනිවාර්යයෙන් අහඹු ලෙස සිදු වූ ක්‍රියාවලියක ප්‍රතිඵලයකි. ෆෝබස් ගේ වර්ගීකරණයට අනුව මිනිසා විසින් සිව්වන පියවරේ දී යකඩ සොයා ගන්නා ලදි. ශ්‍රී ලංකාවෙන් යකඩ පිළිබඳ පැරණිතම සාක්ෂ්‍යය ලැබෙන්නේ ක්‍රි.පූ. 1300 දී පමණ ය. මෙරට යකඩ නිෂ්පාදනය සම්බන්ධයෙන් අවධානයට ලක් කළ විද්වතුන් බොහොමයකි. ඔවුන් විසින් යකඩ නිෂ්පාදනය සම්බන්ධයෙන් අවධානය යොමු කර ඇති විවිධ ක්ෂේත්‍ර අතරින් තාක්ෂණික පරාමිතිය ඉතා සුවිශේෂී වූවක් සේ හිඟිම්. එහෙයින් ආනන්ද කුමාරස්වාමි, රෝස් සෝලංගාරච්චි, ජිල් ජුලෙෆ් යන තිදෙනා විසින් පර්යේෂණයට ලක් කළ ප්‍රධාන ස්ථාන තුනක යකඩ නිෂ්පාදනයේ තාක්ෂණික පරාමිතීන් කෙරෙහි විශේෂ අවධානය මෙහි දී යොමු කර ඇත. ඒ අනුව, දේශගුණික බලපෑම්: භාවිත යපස්වල තාක්ෂණික ගුණ, දහන පෝෂක ලෙස යොදා ගත් ඉන්ධය හා ඒවායෙහි ගුණ: උඳුන්වල ස්වභාවය මෙන්ම උඳුන් නිර්මාණය සඳහා භූමියේ බලපෑම, උඳුන් සඳහා යොදා ගත් මැටිවල ගුණ යනා දී බොහෝ ක්ෂේත්‍රයන් අපගේ නිරීක්ෂණයට භාජනය විය. ඒ අනුව පැරණි යුගයේ මෙරට යකඩ නිෂ්පාදනය හුදකලා හෝ සරළ ව්‍යායාමයක් ලෙස නොව, සුවිශේෂී තාක්ෂණික ක්‍රියාදාමයක් ලෙස ගණනය කිරීමට මේ වන විටත් පුරාවිද්‍යාත්මක සාක්ෂ්‍ය සහිත බැව් පෙන්වා දීම සඳහා මෙම පත්‍රිකාව අවකාශ සළසනු ඇත.

Key words: Extraction, fuel, furnace, Iron, Iron ore, Smelting

Author Details: කථිකාචාර්ය, පරාවිද්‍යා හා උරුම කළමනාකරණ අධ්‍යයනාංශය, සමාජීය විද්‍යා හා මානවශාස්ත්‍ර පීඨය, ශ්‍රී ලංකා රජරට විශ්වවිද්‍යාලය, මිහින්තලේ. tbwijepala@gmail.com

Citation:විජේපාල, ඩබ්ලිව්.එම්.ටී.බී. ., (2013), පැරණි ශ්‍රී ලාංකේය යකඩ නිෂ්පාදනයේ තාක්ෂණික පරාමිතීන්, The Journal of Archaeology and Heritage Studies, 1(2)

ලෝහ නිස්සාරණ තාක්ෂණය අධ්‍යයනයේ ඉතිහාසය

මිනිසාගේ දෛනික අවශ්‍යතාවන් සපුරා ගැනීම සඳහා පාරිසරික සාධක ප්‍රයෝජනයට ගැනීම සාමාන්‍ය සංසිද්ධියකි. එය තාක්ෂණික ක්‍රියාවලියක් බවට පත් වන්නේ අඩු ශ්‍රමයකින් වැඩි කාර්ය සාඵල්‍යතාවක් සිදුවන පරිදි එම පාරිසරික සාධක උපයෝගී කර ගැනීම තුළ, ශිලා මාධ්‍ය උපයෝගී කර ගනිමින් ස්වකීය කාර්යයභාරයන් සාර්ථක ලෙස ඉටුකරගත් මානවයා ලෝහ මාධ්‍යය වෙත සිය අවධානය යොමු කිරීම තාක්ෂණික ජයග්‍රහණයකි. මානවයා ශිලා භාවිතයෙන් අනතුරු ව ලෝහ වෙත සිය අවධානය යොමු කලේ යයි පවසතොත් එය සාවද්‍යයක් වන්නේ පාෂාණ යුගයේ දී පවා වර්ණ සකසා ගැනීමේ අවශ්‍යතාව මත "ලෝහ මූලික පස් (ලෝපස්)" භාවිත කර තිබූ බැවිනි. ඒ අනුව යකඩ

නිස්සාරණයේ දී යොදා ගන්නා පාෂාණ (යපස්) අතර ඇති වර්ණවත් පාංශු ප්‍රභේද ඔවුන් විසින් රතු, දුඹුරු සහ කහ වැනි වර්ණ සකස් කර ගැනීම සඳහා භාවිතයට ගෙන තිබේ.

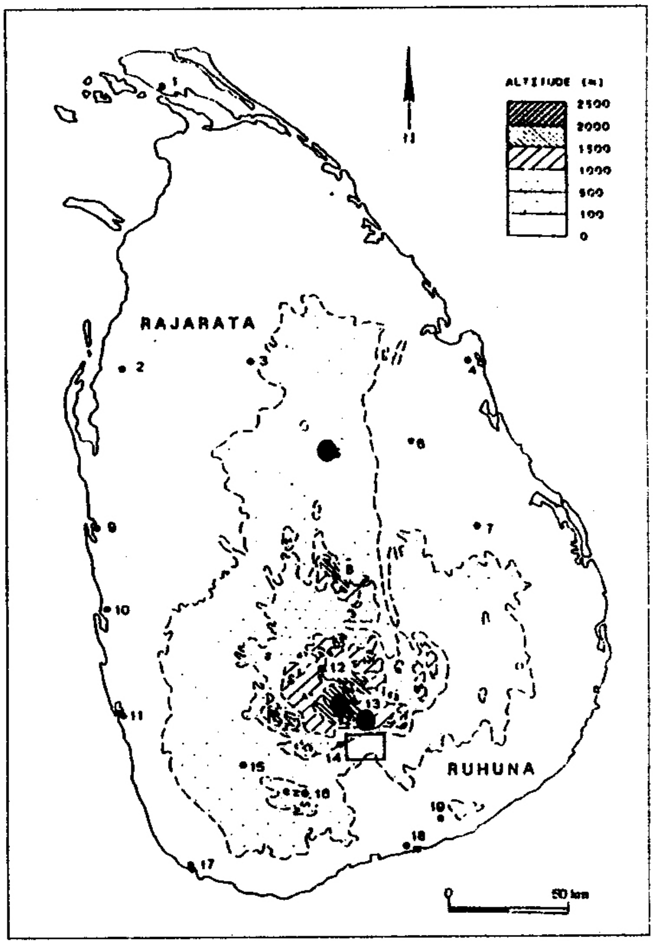
හෙමටයිට් (Hematite), ලිමොනයිට් (Limonite) හා ජියොටයිට් (Goethite) වැනි සංයෝග සහිත යපස් වර්ග ප්‍රාග් ඓතිහාසික යුගයේ මානවයා විසින් මානව සැකිළි මත විවිධ ආලේපන සිදු කිරීම සඳහා ද යොදාගත් බවට සාධක ඇත. මෙසේ කහ වර්ණයේ ගුරුගල් තැවරූ කොඳු ඇටයක් කුරුවිට බටදොඹ ලෙනින් ද, ගුරුගල් ආලේපිත දත් හා වෙනත් ඇට කැබලිති පාහියන් ලෙනින් ද සොයාගෙන තිබේ (දැරණියගල 2007:93). මීට අමතර ව මෑත කාලීනව අත්තනගල්ල අලවල පොත්ගුල් ලෙන ගුහා කැණීමෙන් ලැබුන සාධක අතරින් ද ගුරුගල් ආලේපිත මානව අස්ථි කැබලි හමුවී ඇත (Adikari & others 2009:25).

මෙසේ ලෝහයක් ලෙස මිනිසාගේ භාවිතයට මුලින්ම පැමිණ ඇත්තේ තඹ (Copper) ය. ඒ බවට පැරණිතම (ක්‍රි.පූ. 9500 ට අයත්) සාධක ලැබෙන්නේ උතුරු ඉරාකයේ ශනිදාර් ගුහාවෙනි (Ancient-wisdom:26/9/2013). ඔවුන් විසින් තඹ නිස්සාරණය නොකරන ලද අතර ස්වභාවික පරිසරයේ පවත්නා තඹ කොටස් එකතු කර එකට තලා විවිධ වර්ගයේ, ප්‍රමාණයෙන් කුඩා නිර්මාණ සිදුකරගෙන ඇත. ඉන් අනතුරුව රන් (Gold), රිදී (Silver), ඊයම් (Led), යනාදිය ද ලෝකඩ (Bronze) වැනි මිශ්‍ර ලෝහ වර්ග ද මිනිසාගේ භාවිතයට පත් වුවත්, තාක්ෂණික පුනරුදයක් ඇති වන්නේ යකඩ (Iron) සහ වානේ නිපදවීමට යොමු වීමත් සමග යි. ලෝහ විද්‍යාවේ සංවර්ධනය පිළිබඳව අදහසක් ඉදිරිපත් කරන ෆෝබ්ස් (Forbes) එය යුග හතරක් ඔස්සේ සාකච්ඡා කරයි. එනම්,

1. ස්වභාවික ලෝහ ගල් ලෙස භාවිත කළ යුගය (Native metal as stone)

2. ස්වභාවික ලෝහ තෝරා ගැනීමේ හා භාවිත කිරීමේ යුගය (Native Metal Stage)

3. තඹ ලෝ පස් නිස්සාරණය කිරීමේ හා තඹ ආශ්‍රිත මිශ්‍ර ලෝහ සකස් කර ගැනීමේ යුගය (Ore Stage)



1. යාපනය, 2. පොම්පරිප්පු, 3. අනුරාධපුර, 4. සේරුවිල, 5. සීගිරිය, 6. පොළොන්නරුව, 7. මාදුරු ඔය, 8. නකල්ස්, 9. හලාවත, 10. මීගමුව, 11. කොළඹ, 12. නුවර, 13. නුවරඑළිය, 14. බලන්ගොඩ, 15. දැල, 16. රක්වාන, 17. ගාල්ල, 18. හම්බන්තොට, 19. තිස්සමහාරාම, 20. සමනළවැව

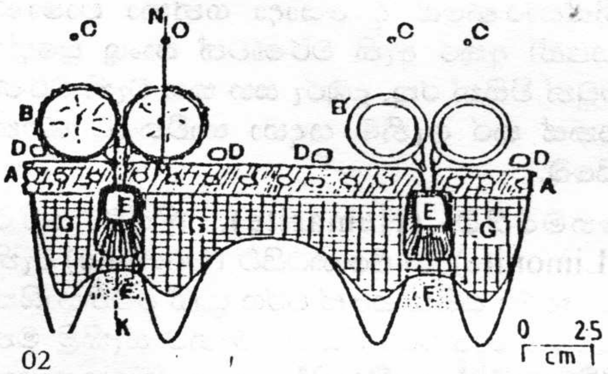
සිතියම අංක 1: ශ්‍රී ලංකාවේ යපස් ව්‍යාප්තිය පිළිබඳව විමසීමේ දී වැදගත් ප්‍රදේශ (Juleff 1998:13)

4. යකඩ හඳුනාගැනීමේ, නිස්සාරණයේ හා භාවිත කිරීමේ යුගය (Iron Stage)

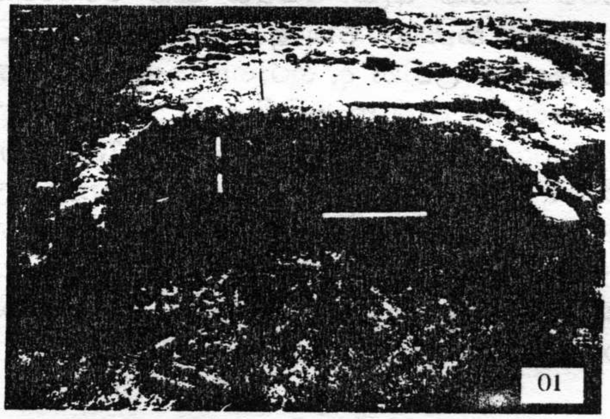
යනු එම වර්ගීකරණය යි (Forbes, 1971:8).

මේ අයුරින් යකඩ භාවිත කිරීමේ ආරම්භය ක්‍රි.පූ. 2000 දී තරම වත් සිදුවන්නට ඇතැයි විශ්වාස කෙරේ (Craddock 2003:231). මිනිසා විසින් ජලය තරණය කිරීමේ උපක්‍රම සාර්ථක කර ගැනීමත් සමග ලෝකයේ විවිධ භූමි සොයා යාත්‍රා කරන්නට විය. යකඩ තාක්ෂණය ද ලෝකයේ බොහෝ රටවලට එම කාලයේදී ම ව්‍යාප්ත වනු හඳුනාගත හැකි ය. වෙනත් අයුරකින් පවසතොත් ලෝකයේ

01



02



සැළසුම අංක 01:දෙහිගහඇල කන්ද (අලකොළ වැව) යකඩ නිස්සාරණ උඳුන් *(Solangarachchi -1999)*

සැළසුම අංක 02: බලංගොඩ ප්‍රදේශයේ යකඩ නිස්සාරණ උඳුන් *(Koomaraswami -1994)*

ඡායාරූප අංක 01: සමනලවැව ප්‍රදේශයේ යකඩ නිස්සාරණය කරන ලද උඳුන් *(Jill Juleff -2009)*

මෙගලිතික සංස්කෘතියක් පිළිබඳව කියැවෙන්නේ යම් කලෙක ද යකඩ නිස්සාරණ තාක්ෂණයෙහි ද ඊට සමකාලීන ව ආරම්භය හා ව්‍යාප්තිය සිදුව තිබේ. ශ්‍රී ලංකාවේ මෙතෙක් අනාවරණය වී ඇති තොරතුරුවලට අනුව මධ්‍යශිලා (Mesolithic) යුගයෙන් අනතුරු ව මිනිසා අවතීරණය වී ඇත්තේ යකඩ (Iron) පරිහරණය කරන යුගයකට යි (Thantilage 2008:210).

ඉන් අනතුරුව සමයේ මෙරට භාවිතයෙහි පැවති ලෝහ නිෂ්පාදන තාක්ෂණය පිළිබඳව සාහිත්‍ය හා පුරාවිද්‍යාත්මක මූලාශ්‍ර රැසක තොරතුරු ඉදිරිපත් කරයි. සංඝමිත්තා තෙරණින් සමග මෙරටට පැමිණි 18 කුලයක ශිල්ප ශ්‍රේණි සමග ලෝහ කර්මාන්තය හා සම්බන්ධ ශිල්පීන් ද සිටි බව මහාවංසය විස්තර කරයි (ම.ව. 19:1-5). 'තම්බ ලෝහ බීජ' නම් වූ තඹවලින් කරන ලද අර්ධ නිමි භාණ්ඩ තම්බපිට්ඨ ග්‍රාම වාසීන් විසින් දුටුගැමුණු රජු වෙත ප්‍රදානය කළ බවක් ද වංසකතාව පෙන්වා දෙයි (ම.ව. 28:16-18). එසේම අනුරාධපුර ඇතුළු නුවරට දකුණු පසින් පිහිටි අම්බට්ඨකෝලයෙන් දුටුගැමුණු රජු දවස රිදී ලබා ගැනීම පිළිබඳ පුවතකි (ම.ව. 28:20-21). තව ද ක්‍රිස්තු පූර්ව යුගයේ ලෙන්වල ඇති බ්‍රාහ්මී ශිලා ලේඛනවලින් විවිධ ලෝහ පිළිබඳ තාක්ෂණික නිපුණත්වයක් දැරූවන් ඔවුනොවුන්ට අවේණික නම්වලින් හැඳින්වූ බව හඳුනා ගත හැකිය. කබර (කම්මාර), තබර (තඹකරු), තොපෂ (බෙලෙක්කරු) යන ශිල්පීන් පිළිබඳව එසේ සඳහන් කර තිබේ (IC 1970 No. 301,319,370) බඹරගලින් ලැබෙන සෙල් ලිපියක 'කොළගම' යන්න සඳහන් වී තිබේ. මෙම නාමයේ සකස් වීම සම්බන්ධයෙන් විමසීමේ දී 'කොල්' යන්න ද්‍රවිඩ බසින් ලෝහ කර්මාන්තයේ යෙදෙන්නවුන් හැඳින්වීම සඳහා යොදා ගත්තක් බව සෙනෙවිරත්න පෙන්වා දෙන අතර කොළගම ලෝකුරු ගාමයක් වශයෙන් පවතින්නට ඇති බව ද විස්තර කරයි (1998:227).

ශ්‍රී ලංකාවේ පැරණි යකඩ නිස්සාරණ තාක්ෂණය අධ්‍යයනයේ ඉතිහාසය

මෙරට යකඩ නිෂ්පාදන තාක්ෂණයේ අතීතය සම්බන්ධයෙන් අධ්‍යයනය කලවුන් අතර රොබට් නොක්ස් (Robert Knox, 1968), ජෝන් ඩේවි (J. Davy, 1821), ඩබ්.සී. ඔන්ඩාච්චි (W.C. Ondachchi, 1854), ටෙනන්ට් (Tennent, 1859), බාකර් (Barker, 1885), ආනන්ද කේ. කුමාරස්වාමි (Ananda K. Coomaraswamy, 1908), රොබට්

හැඩ්ෆීල්ඩ් (Sir Robert Hardfield, 1912), සුදර්ශන් සෙනෙවිරත්න (Sudarshan Senevirathna, 1984/1995) සෝලංගාරච්චි (Solangarachchi, 1989), ජිල් ජුලෙෆ් (Gill Juleff, 1998), ආදීන් ඉතා වැදගත් වේ. ඒ හැරෙන්නට විවිධ විද්වතුන් හා පර්යේෂකයින් වෙනත් අරමුණු ඔස්සේ ලංකාවේ සිදුකරන ලද පර්යේෂණ රාශියකින් ද යකඩ පිළිබඳ තොරතුරු ලැබී තිබේ. එස්.යූ. දැරණියගල (S. U. Deraniyagala, 1972 & 1990), ජෝන් කාස්වෙල් (Cresswell, 1984), විමලා බෙග්ලි (Vimala Begley, 1981), ෆොරේනියස් (Forenius, 1999), වයිසාර් සහ ඩබ්.එච්. විජයපාල (Wesshaar, W. H. Wijayapala, 1995), ගාමිණී අදිකාරි (Gamini Adikari, 1998), රාජ් සෝමදේව (Raj Somadewa, 2010) ආදීන් මෙහි දී වැදගත් වන අතර වර්තමානයෙහි ද විවිධ තැන් හි සිදුකරනු ලබන පුරාවිද්‍යා පර්යේෂණවලින් යකඩ පිළිබඳ තොරතුරු ලැබෙමින් පවතී. කාලනිර්ණය කරන ලද ශ්‍රී ලංකාවේ පැරණි යකඩ නිෂ්පාදනය පිළිබඳ සාධක සීගිරිය අලිගල ප්‍රදේශයෙන් ලැබී ඇති අතර ඒවා ක්‍රි.පූ. 9 වන සියවසට අයත් බවට අනාවරණය කරගෙන ඇත (සෝලංගාරච්චි 1989). අනුරාධපුර ඇතුළුනුවර සිදු කළ කැනීම්වලින් ක්‍රි.පූ. 834-778 කාලයට අයත් සාධක ද පොම්පරිප්පුවෙන් ක්‍රි.පූ. 998-848 කාලයට අයත් යබොර ද සොයාගෙන තිබේ (Juleff, 1998:14).

පර්යේෂණ සන්දර්භය

ආනන්ද කේ. කුමාරස්වාමි විසින් බලංගොඩ ප්‍රදේශය පාදක කර ගනිමින් සිදුකරන ලද පර්යේෂණය (සැළසුම අංක 02), රෝස් සෝලංගාරච්චි සීගිරිය ආසන්නයෙහි අලකොළවැව දෙහිගහඇල කන්ද ප්‍රදේශයෙන් අනාවරණය කර ගන්නා ලද තොරතුරු (සැළසුම අංක 01) හා ජිල් ජුලෙෆ් (Gill Juleff) විසින් සමනලවැව ප්‍රදේශයෙහි කරන ලද පුරාවිද්‍යා පර්යේෂණයන් හි ප්‍රතිඵල (ඡායාරූප අංක 01) සාමූහික වශයෙන් අධ්‍යයනයට ලක් කොට මෙරට පැරණි යකඩ නිස්සාරණ තාක්ෂණ පිළිබඳ ව මෙසේ පුළුල් විග්‍රහයක් සිදු කෙරේ.

- දේශගුණික කලාප
- භාවිතයට ගන්නා ලද ප්‍රධාන අමුද්‍රව්‍යයෙහි ස්වභාවයන්
- ඉන්ධන හා ඒවායෙහි විශේෂතා
- උත්ප්‍රේරක
- උඳුන් නිර්මාණය කිරීමේ තාක්ෂණය

යනාදි කරුණු පිළිබඳ ව මෙහි දී සාකච්ඡා කෙරේ.

දේශගුණික කලාප

සීගිරිය අලකොලවැව දෙහිගහඇල කන්ද අයත් වන්නේ ශ්‍රී ලංකාවේ වියළි කලාපයට (Dry Zone) ය. වියළි කලාපයේ සාමාන්‍ය වාර්ෂික වර්ෂාපතනය මි.මී. 508ක් වුවත් මේ ප්‍රදේශයෙහි වාර්ෂික වර්ෂාපතනය මි.මී. 1500-2000 අතර පවතී. මෙයට ප්‍රධාන හේතුව වන්නේ ඒ ආශ්‍රිත ව පවත්නා ශේෂ කඳු පන්තිය යි. මාතලේ කඳු පන්තියේ සිට උතුරු දිසාවට විහිදී යන පරිදි මේවා පිහිටා තිබේ. මාපාගල, සීගිරිය, පිදුරංගල, නුවරගල, මීගස් කන්ද, දෙහිගහඇල කන්ද, ගල්වැටි හේන කඳු, ජේක්කුලම කඳු, ගල් ළිඳ කඳු හා කොස්ගහ ඇල කන්ද යනාදී වශයෙන් මේවා පෙන්වා දිය හැකි ය (දොඩම්වල, 2008:15-16). සමස්තයක් ලෙස මේ කලාපයෙහි අධික වර්ෂාපතනයක් අගෝස්තු - දෙසැම්බර් කාලයේ දැකිය හැකි අතර සෙසු කාලවල බොහෝදුරට ඇත්තේ වියළි ස්වභාවයකි. පෙබරවාරි - අප්‍රේල් කාලයේ ද ඇත්තේ තරමක් තෙත් ස්වභාවයකි. ප්‍රදේශයෙහි සාමාන්‍ය උෂ්ණත්ත්වය 25^0-30^0 අතර පවතී. මැයි - ජූනි අතර අධික සුළං හැමීමක් පෙන්වුම් කරන අතර මේවා හඳුන්වන්නේ කච්ඡාන් සුළං යනුවෙනි (එපිටවත්ත, 1990:45). ප්‍රදේශයෙහි ජල මූලාශ්‍රයන් පිළිබඳ ව විමසීමේ දී වැවල වැව, දාන වැවක් ලෙස ක්‍රියාත්මක වෙමින් ප්‍රදේශයෙහි ජල අවශ්‍යතාව සපුරාලන අතර එයින් පෝෂණය වන කුඩා වැව් රාශියකි. ප්‍රදේශයෙහි ජලය ඔබමොබ රැගෙන යාම සඳහා සක්‍රීය ඔය මාර්ග හා ඇල මාර්ග කිහිපයක් ද වෙයි.

සමනළවැව ප්‍රදේශයෙහි භෞතික පිහිටීමට අනුව ස්වභාවයෙන් ම එය නිම්නෝන්නත ප්‍රදේශයක් වන අතර මධ්‍යන්‍ය මුහුදු මට්ටම් උස මීටර් 360-600 අතර වේ. මෝසම් කාලයෙහි (1990, 91, 92, 94 වර්ෂයන්හි සිදුකරන ලද පර්යේෂණයන්ට අනුව) පැයට කිලෝමීටර් 31ක සුළං වේගයක් සහිත බව පර්යේෂණ ඇසුරින් තහවුරු කරගෙන ඇත

වගුව 1. අලකොලවැව ප්‍රදේශයේ මැග්නටයිට් යපස් නියැදි කිහිපයක සංයුතීන්

Weight %	Fe_2O_3	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	TiO_2	MgO	CaO	K_2O
KO 141	98.3	-	-	1.3	-	0.4	-	-	-
	98.0	-	-	1.6	-	0.4	-	-	-
KO 142 A	98.6	-	0.4	0.9	-	0.1	-	-	-
	96.5	-	0.3	0.3	-	0.1	-	-	-
KO 142 B	97.7	-	0.2	1.4	-	0.4	0.3	-	-
KO 1414 B	98.4	-	-	1.1	-	0.1	0.4	-	-
	98.5	-	0.1	0.8	-	0.1	0.5	-	-
KO 1414 BX	99.0	-	0.2	0.5	-	0.1	0.3	-	-
	98.1	-	0.2	1.1	-	0.2	0.4	-	-
KO 1418	97.9	-	-	2.0	-	0.1	-	-	-
	96.7	-	0.2	2.5	-	0.2	0.4	-	-

(Source: Solangarachchi 1999:36).

වගුව 1. සමනළවැව ප්‍රදේශයේ යපස් විශ්ලේෂණය

Sm	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	Cr_2O_3	LOI	Ni	Cu	Total
110 (O)	87.0	3.46	0.14	2.51	0.0	0.24	0.03	0.0	0.01	0.17	0.30	0.01	8.29	66	56	101.8
172(O)1	79.46	6.15	0.14	3.52	0.02	0.09	0.06	0.04	0.25	0.81	0.11	0.05	10.37	90	206	100.9
172(O)2	71.83	10.49	0.35	5.8	0.08	0.09	0.03	0.11	0.04	0.88	0.23	0.02	11.08	118	107	100.8

(Source: Juleff 1996: 188) LOI = Lose On Ignition

(Juleff 1996:53). මෙය දිවා කාලයෙහි පැයට කිලොමීටර් 35ක උපරිම වේගයක් ද, රාත්‍රී කාලයෙහි 29.5ක උපරිම වේගයක් ද වී ඇත. නිරිත දිග මෝසම ඉතා හොඳින් සක්‍රීය අවස්තාවන්හි මෙම ප්‍රදේශයේ වර්ෂාපතනය මිලිමීටර් 4300ක් පමණ වන බව ජුලෙෆ් පෙන්වා දෙයි (ibid:53).

භාවිතයට ගන්නා ලද ප්‍රධාන අමුද්‍රව්‍යයන්හි ස්වාභාවය

යකඩ නිෂ්පාදනයේ ප්‍රධාන මූලය යපස් ය. මේ යපස්වල විවිධ සංයෝග පවත්නා අතර ඒ ඒ සංයෝගයන් හි ප්‍රතිශතයන්ට අනුව යපස්වල ගුණ වෙනස් වේ.

- මැග්නටයිට් (Magnetite – Fe_3O_4) යකඩ – 72.4%
- හෙමටයිට් (Hematite – Fe_3O_3) යකඩ – 70%
- ලිමොනයිට් (Limonite – $Fe_2O_3NH_2O$) යකඩ – 59.8%

මෙම සංයෝගයන් ශ්‍රී ලංකාවේ ප්‍රධාන වශයෙන් පවත්නා අතර ඉන්දියාවේ ටර්ජිට්/ වියුජිට් (Turgite [Iron - 66j—]) හා ජියෝටයිට් (Geotite [Iron - 59.8j—]) යන සංයුතිගත ස්කන්ධයන් ද පවත්නා බව චක්‍රභාරතී පෙන්වා දෙයි (Chakrabarti:1992). ශ්‍රී ලංකාවේ සෑම ප්‍රදේශයක ම පාහේ යපස් ව්‍යාප්ත ව පැවති බව ද හඳුනා ගත හැකි ය (සිතියම් අංක 01). අලකොලවැව ප්‍රදේශයෙන් හඳුනාගෙන ඇත්තේ මැග්නටයිට් යපස් වර්ගයයි (වගු අංක 01). බොහෝදුරට මේවා හමුව ඇත්තේ පොළොව මතුපිටින් හා උඳුන් අසලින් ද්විතීය තැන්පතු (Secondry deposits) ලෙස යි.

බලන්ගොඩ ප්‍රදේශයෙහි භාවිතයට ගෙන ඇත්තේ හෙමටයිට් (Hematite) විශේෂය යි

(ibid:27). කුමාරස්වාමි විසින් එය පෙන්වා දෙන්නේ රතු (දුඹුරු) ලෝපස ලෙසිනි (කුමාරස්වාමි 1962:187). ඔහු විසින් රාජකීය ආයතනයේ (Imperial Institute) දී හෙමටයිට් නියැදියක් විශ්ලේෂණය කිරීමෙන් ඊට අදාළ සංයුතීන් පහත පරිදි පෙන්වා දී තිබේ.

- සිලිකා 9.14 %
- ජලය 8.40 %
- ඇලුමිනා 9.85 %
- සල්ෆ 0.00 %
- පෙරෝසෝ පෙරික් ඔක්සයිඩ් 72.30 %
- පොස්පරස් පෙන්ටොක්සයිඩ් 0.05 %
- පෙරස් ඔක්සයිඩ් 0.22 %
- පොස්පරස් 0.002 %

(එම:187)

සමනළවැවෙ හි ප්‍රධාන වශයෙන් ම ඇත්තේ ලිමොනයිට් හා හෙමටයිට් ප්‍රභේදයන් ය (සෝලංගාරච්චි 1999:25). එක්ස් කිරණ ප්‍රතිදීප්ත විශ්ලේෂණ (X-ray Fluorescence analysis) ක්‍රමයට අනුව බ්‍රිතාන්‍ය භූවිද්‍යා සමීක්ෂණායතනයෙහි (British Geological Survey) සිදුකරන ලද විශ්ලේෂණයට අනුව නියැදි 3ක තොරතුරු ජුලෙෆ් පෙන්වා දී තිබේ (වගු අංක 02). මේ අනුව සීගිරිය, බලංගොඩ හා සමනළවැව යන ප්‍රදේශ තුනෙහි එකිනෙකට වෙනස් යපස් වර්ග උපයෝගී කර ගනිමින් යකඩ නිස්සරණය කරගෙන ඇති බව පැහැදිලි ය. මේ එකිනෙකක් සංයුතීන් හි ගුණ ඒවා නිස්සාරණයේ දී ගෙන ආ යුතු ද්‍රවාංකය කෙරෙහි විශේෂයෙන් වැදගත් වී තිබේ.

ඉන්ධන හා ඒවායෙහි විශේෂතා

ලෝහ උඳුන් සඳහා ප්‍රධාන වශයෙන් ඉන්ධන ලෙස යොදාගෙන ඇත්තේ දැව අඟුරු (Charcoal) ය (Solangarachchi 1999 33). යකඩ උඳුනක් සක්‍රීය කිරීමේ දී දැව අඟුරු විශාල වශයෙන් අවශ්‍ය වේ. ඒ අනුව අඟුරු ලබා ගත හැකි දැව වර්ග ද ප්‍රමාණවත් පරිදි ඒ ඒ ප්‍රදේශයන් හි පැවතීම ද අත්‍යවශ්‍ය ය. චක්‍රභාරතී පෙන්වා දෙන්නේ ඉන්දියාවේ සල් හා උණ ශාක බහුල වශයෙන් මේ අඟුරු සඳහා යොදා ගත් බවකි (Chakrabarti 1992).

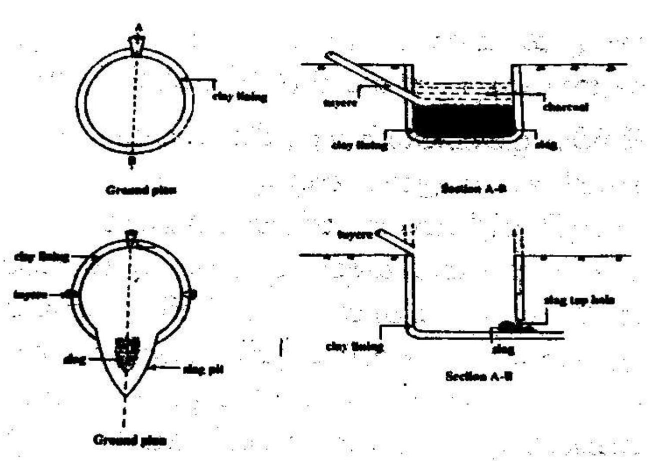
සීගිරිය ප්‍රදේශයෙහි පලු, වීර ශාකවල අඟුරු මෙන් ම පොල්කටු අඟුරු ද යොදාගන්නට ඇතැයි කල්පනා කරන්නේ වර්තමාන යකඩ තැලීම් කාර්යය සඳහා ද මෙම ශාක වර්ග භාවිතයට ගන්නා බැවිනි. නමුත් අලකොළවැව අඟුරු සඳහා යොදා ගත් දැව වර්ගය නිශ්චිත වශයෙන් හඳුනා ගැනීමට නොහකි වූ බව සෝලංගාරච්චි පෙන්වා දෙයි (1999:34). බලංගොඩ ප්‍රදේශයෙහි රණවරා, කුඩු මිරිස්, කජු ආදී ශාක වර්ගවල අඟුරු යොදාගෙන ඇත (එම:33). සමනළවැව යකඩ නිස්සාරණය සඳහා මරන් (යකඩ මරං/යකඩ මරන්) හා පත්බේරිය (පබ්බේරිය) ප්‍රධාන වශයෙන් යොදාගෙන ඇති අතර දඹ, කෝන්, අන් කෙන්ද, මී, මිල්ල, කුඩු දවුල, යන ශාක වර්ග ද බෙහෙවින් යොදාගෙන ඇත (Juleff 1996:120).

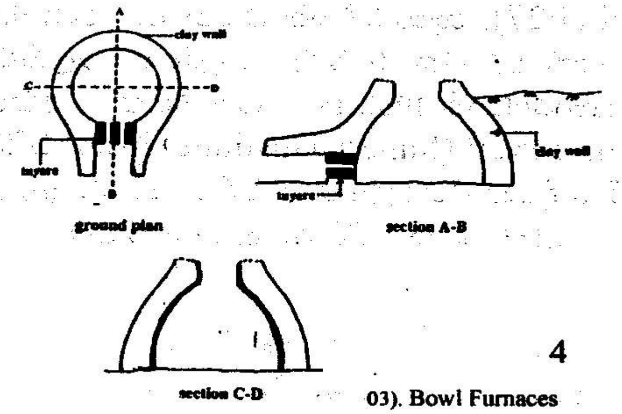
මේ උඳුන් සඳහා දැව අඟුරු භාවිත කිරීමේ වාසි රැසකි. ඉහළ උෂ්ණත්වයක් කරා උඳුන රැගෙන යාමේ හැකියාව මේ දැව අඟුරුවලට තිබේ. අළු රහිත වීම ද තවත් එක් වාසියකි. මේ අඟුරු සකසා ගැනීම සඳහා ද ක්‍රම දෙකක් භාවිත කරන අතර ඒ 'වල ක්‍රමය' හා 'පොළොව මතුපිට ක්‍රමය' යි (ibid).

සීගිරිය ප්‍රදේශයෙහි මැග්නටයිට් නිස්සාරණය කළ බැවින් අධික වශයෙන් දැව අඟුරු අවශ්‍ය වන්නට ඇත. කලෙක සීගිරිය අවට ප්‍රදේශය ජනාකීර්ණ වීමත්, යකඩ හා වානේ විවිධ අවශ්‍යතා සඳහා ප්‍රයෝජනයට ගැනීමත් නිසා ප්‍රදේශයෙහි ඉන්ධන දැවවල හිඟතාවක් පවා ඇතිවන්නට ඇතැයි කල්පනා කළ හැකි ය. සෝලංගාරච්චි වරෙක සඳහන් කරන්නේ යපස්වල හා දැවවල හිඟතාවය අලකොළ වැව යකඩ නිස්සාරණ තාක්ෂණය අභාවයට යාම සඳහා ද හේතුකාරක වූ බව යි (Solangarachchi 1999:211).

උත්ප්‍රේරක

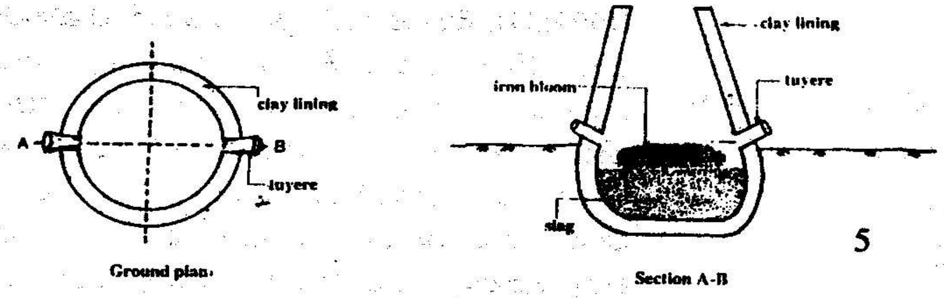
උඳුන් උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීම සඳහා උත්ප්‍රේරක භාවිත කරතත් ශ්‍රී ලංකාවේ එසේ උත්ප්‍රේරක භාවිත කළ බවට සාධක හමු නොවේ. සාමාන්‍යයෙන් යපස්වල ඇති





03). Bowl Furnaces
04). Shaft Furnaces
05). Domed Furnaces

සැළසුම් අංක 03-05:
විවිධ උඳුන් වර්ග
(Solangarachchi 1999:37-38)



සිලිකන් ඩයොක්සයිඩ් (Sio_2) හා කැල්සියම් ඔක්සයිඩ් (Cao) උත්ප්‍රේරකවලට ප්‍රතිචාර දක්වයි. ක්වාට්ස් හෝ වැලි ද භාවිත කර ඇති අතර ඇතැම් විටෙක ඉන්දියානු හුණුගල් (Indian Limestone) හෝ සිප්පි කටු එකතු කර ගනී (Solangarachchi 1999:36).

උඳුන් නිර්මාණය කිරීමේ තාක්ෂණය

යකඩ නිස්සාරණය සම්බන්ධයෙන් විමසීමේ දී ලෝකයේ විවිධ වර්ගයේ උඳුන් ඒ සඳහා භාවිතයට ගෙන ඇති බව පුරාවිද්‍යා සාධක මඟින් අනාවරණය කරගෙන තිබේ (ibid:36-42). ආසියාවේ, යුරෝපයේ, අප්‍රිකාවේ හා රෝමයේ පැරණි යුගයේ දී බීකරයක මෙන් පතුල් ඇති උඳුන් (Bowl Furnaces) නිර්මාණයකර ගත් බවට (සැළසුම 03) සාධක ලැබේ (ibid:37-38). මෙම උඳුන්වල යකඩ නිස්සාරණයේ දී ද්‍රව යබොර ඉවත් වීමේ නළ (Tap-slag) වෙනම සකස් කර ඇත. යුරෝපයේ හා අප්‍රිකානු ප්‍රදේශවල භාවිතයට ගෙන ඇත්තේ තරමක් චිමිනි හැඩයේ උඳුන් (Shaft Furnaces) වර්ගයකි (සැළසුම 04). මෙහි උපරි ව්‍යුහය දෙහිගහඇල කන්ද ප්‍රදේශයේ උඳුන්වල තරම් දිගු නොවේ. තෙවන ක්‍රමය ද ව්‍යාප්තව පැවතියේ යුරෝපානු හා අප්‍රිකානු ප්‍රදේශවල යි. එය ප්ලාස්කු හැඩයේ උඳුන් (Domed Furnaces) වර්ගය යි (ibid:39) (සැළසුම 05). දෙවන හා තෙවන ක්‍රමවල උඳුන් හි ද්‍රව යබොර ඉවත් වීමේ නළ නොමැත.

09. භූමිය

යකඩ නිස්සාරණය සඳහා භූමියක් තෝරා ගැනීමේ දී අංග කිහිපයක් පිළිබඳ ව ම කල්පනා කළ යුතු ය.

- භූමියෙහි භෞතික පිහිටීම
- ඉන්ධන ලබා ගැනීමේ පහසුව

දහන පෝෂක (සුළං) ලැබෙන දිශාව

- ආසන්න පරිසරයෙහි යපස් පැවතීම
- සිසිල් ජලය ලබා ගැනීමේ පහසුව

භූමියෙහි භෞතික පිහිටීම පිළිබඳ ව විමසීමේ දී අලකොළ වැව, සමනළ වැව මෙන් ම වැවල කුරටියාය ආදී යකඩ නිස්සාරණය කරන ලද විවෘත භූමි සෑම එකක ම පාහේ බෑවුම් සහිත බවක් දැකිය හැකි ය. ප්‍රධාන වශයෙන් ම මෙය, දහන පෝෂකය (ස්වභාවික සුළං) උඳුන් දෙසට ආරෝහණය වීම කෙරෙහි බලපායි. සාමාන්‍යයෙන් උඳුනක් නිර්මාණය කරන්නේ සුළං කවුළු සුළං මුහුණතට හැරවීමෙනි. නමුත් ආනන්ද කේ. කුමාරස්වාමි

ඡායාරූප අංක 02-04: බලංගොඩ ප්‍රදේශයේ යකඩ නිස්සාරණ උඳුනක් හා එහි වැඩෙහි යෙදෙන මිනිසුන් *(Koomaraswami - 1994)*

වගුව අංක 03: දෙහිගහඇල කන්ද මැටි නියැදි කිහිපයක් පිළිබඳ විශ්ලේෂණයක් (Solangarachchi, 1999:247)

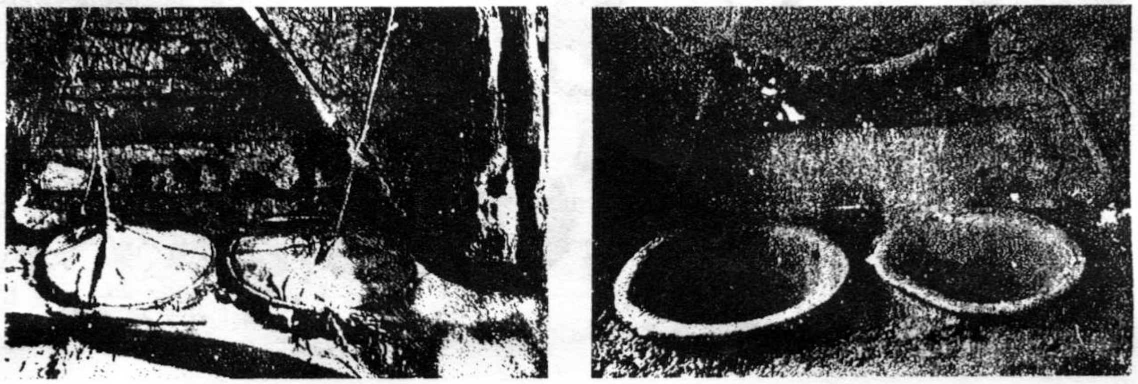
WEIGHT %	Feo	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	TiO_2	MgO	CaO	K_2O
KO 14 3 FURNACE	* 2.2	--	27.7	50.4	--	--	--	9.9	1.0
WALL	3.2	--	20.3	62.3	--	--	--	5.7	0.7
KO 14 6 --"--	* 0.5	--	51.1	33.1	--	--	--	5.6	3.0
KO 14 7 --"--	* 8.5	--	58.2	20.6	--	0.8	0.8	2.2	7.8
	**16.5	0.2	45.7	24.1	--	0.9	2.3	2.1	6.2
KO 14 16 --"--	* 10.6	--	37.0	41.1	--	1.4	1.5	1.9	4.5
KO 14 17B --"--	6.1	--	39.3	24.2	2.2	2.1	2.8	14.8	8.5
KO 14 19 --"--	9.9	--	43.2	38.1	--	1.0	2.0	1.4	3.8
KO 14 20 --"--	5.4	--	62.4	21.7	--	0.6	1.6	1.1	7.2

බලංගොඩ ප්‍රදේශයෙහි කරන ලද යකඩ නිස්සාරණය පිළිබඳ අධ්‍යයනයේ දී නිශ්පාදන ශිල්පීන්ගේ උඳුන පිහිටියේ, සතර දිගින් ම ආවරණ රහිත වහලයට පමණක් පිදුරු සෙවිල්ලන ලද මඩුවක ය. කෘත්‍රිම සුළං ප්‍රවාහයක් ලබා දී ඇති බැවින් මේ උඳුනට බැවුම් සහිත මුහුණතක් අවශ්‍ය වී නැත (ඡායාරූප අංක 02-04).

මේ ප්‍රදේශ තුනම පිළිබඳව විමසීමේ දී යපස් ඒ අවට ප්‍රදේශයෙන්ම සොයා ගැනීම ට හැකි මට්ටමින් ව්‍යාප්තව තිබී ඇත. තව ද දැව අඟුරු හාත්පස පරිසරයෙන් ලබා ගන්නට කටයුතු කළ බැවින් ඒ එකිනෙකක ගුණ නිෂ්පාදකයන් විසින් ස්වාධීන පර්යේෂණ ඇසුරින් හඳුනා ගන්න ට ඇත. එනිසා එකිනෙකට වෙනස් ගුණ සහිත දැව වර්ග දෙහිගහඇළ කන්ද, සමනළවැව හා බලංගොඩ යන ස්ථාන තුනෙන් හඳුනා ගත හැකි ය. අමු යකඩ නිස්සාරණය වූ සැණින් කැපීමෙන් හා තැලීමෙන් අනතුරුව සිසිල් ජලයට දමන බව කුමාරස්වාමි පෙන්වා දෙයි (1994:188). යකඩවල තත්ත්වය උසස් කිරීම සඳහා මෙ සේ ජලයට දමා නිවෙන්නට හරින්නේ යයි පැවසේ.

භාවිතයට ගන්නා ලද මැටිවල විශේෂතා

උඳුන් නිර්මාණය කර ගැනීමේ විවිධ අවස්තාවල දී මැටි උපයෝගී කර ගනු ලැබේ. උඳුන තුළට සුළං ලැබෙන ලෙස භාවිතයට ගන්නා වායු නළ (Tuyeres) සකස් කර ගැනීම, උඳුන් බිත්ති නිර්මාණය කර ගැනීම මෙන්ම උඳුන් හි සීමා ගල් ආස්තරණය සකස් කර ගැනීම සඳහා ද මේ මැටි භාවිත කර ඇත (Solangarachchi 1999:196). මෙහි දී වායු නළ (Tuyeres) අධික උෂ්ණත්වයක් දැරිය හැකි මට්ටමින් සකස් කර ඇති බව අනාවරණය වේ. එය $1500^{o}C$ තරම් උෂ්ණත්ව



ඡායාරූප අංක 05-06: බලංගොඩ ප්‍රදේශයේ යකඩ නිස්සාරණ උඳුන්වල මැටියෙන් කළ මයිනහමෙහි වල *(Koomaraswami - 1994)*

මට්ටමකට ඔරොත්තු දිය හැකි ලෙස නිර්මාණය කළ යුතු වන්නේ උඳුන තුළට මේවායින් දහන පෝෂකයක් වූ ඔක්සිජන් වායුව (O_2) ලබාදෙන බැවිනි (ibid:196; Juleff 1999:593). නමුත් කුමාරස්වාමිගේ විශ්ලේෂණයට අනුව ස්වභාවික වායු නළ භාවිත නොකළ බැවින් උඳුන් බිත්ති සකසා ගැනීමේ දී හා මයින හමෙන් වැසූ පිටත වලවල් සකස් කර ගැනීමේ දී මැටි භාවිතයට ගෙන ඇත (ඡායාරූප 05-06).

උඳුන් බිත්ති සකස් කර ගැනීමේ දී කළු පැහැ කුඹුරු මැටි (black paddy-field mud), හුඹස් මැටි (termite-mound earth), ගංගා වැලි (river sand), රතු දියළු බොරළු (red alluvial gravel), කුඩා කැබලිවලට කපා ගන්නා ලද පිදුරු (paddy straw cut to 100mm length), දහයියා පොතු (fresh faddy husk) හා දහයියා අළු (charred paddy husk) අනුපාතයන් සහිත ව මිශ්‍ර කරගෙන තිබේ (Juleff 1999:187).

වායු නළ / වංගි නළම) (Tuyeres)

සැළසුම් අංක 06: විවිධ ස්වරූපයේ වායු නළ (Tuyeres) නිර්මාණය කරගෙන ඇති ආකාරය.

A). තරමක් අටපට්ටම් හැඩැති වායු නළ (Fairly Octagonal Shape) - දෙහි ගහ ඇල කන්ද

B). සිලින්ඩරාකාර වායු නළ (Cylindrical Shape) - දෙහි ගහ ඇල කන්ද

C). ත්‍රිකෝණාකාර වායු නළ (Triangular Shape) - සමනළවැව

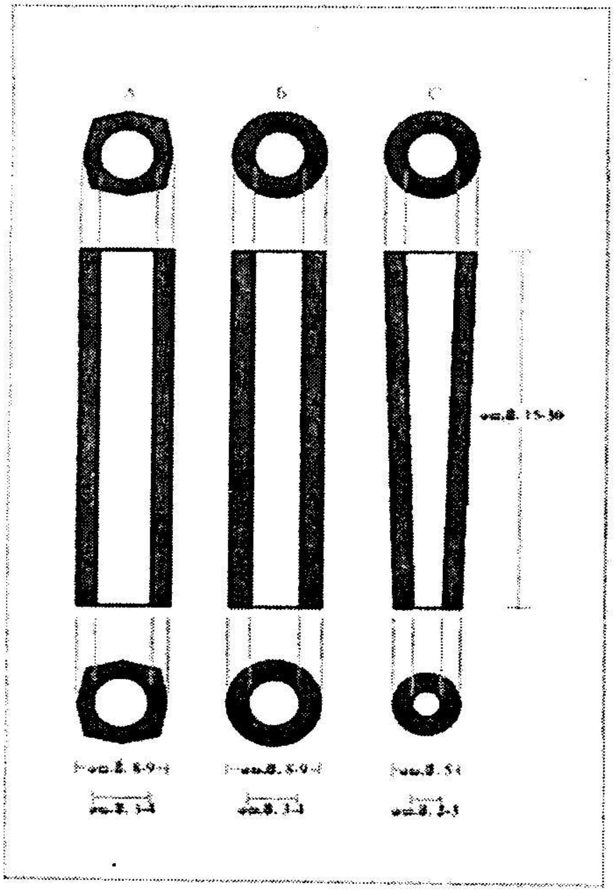
සමනළවැව හා දෙහිගහඇල කන්ද උඳුන් නිර්මාණයේ දී ස්වභාවික වායුව උඳුන තුළට ලබා ගැනීම සඳහා වායු නළ උපයෝගී කර ගෙන තිබේ (Solangarachchi 1999:173-174). නමුත් බලංගොඩ (කුමාරස්වාමි මහතාගේ අවධානයට ලක් වූ උඳුන් සඳහා) එබඳු අවශ්‍යතාවක් නොවීය. උඳුනක යකඩ නිස්සාරණයේ කාර්යය සාඵල්‍යය රඳා පවතින්නේ ඒ තුළට ලැබෙන ඔක්සිජන් (O_2) ප්‍රමාණය අනුවයි. ඒ අවශ්‍යතාව මත උඳුනේ ඉදිරිපස බිත්තියෙහි වායු නළ කිහිපයක් රඳවයි. මෙබඳු වායු නළ 08ක් යොදා ගත් උඳුනක් පිළිබඳ පුරාවිද්‍යාත්මක තොරතුරු දෙහිගහඇල කන්දෙන් හමුවී ඇත (Solangarachchi 1999:174). දෙහිගහඇල කන්ද උඳුන්වල වා සිදුරු පිහිටීම ගැන සළකා ඒවා ජපන් 'ටාටරා' (Tatara) උඳුන්වල වා නළ පිහිටන ආකාරය ට යම් සමානකමක් පෙන්වන බව සෝලංගාරච්චි (ibid:201) පවසයි. සීගිරිය හා සමනළවැව ප්‍රදේශයේ වායු නළ තරමක් අටපට්ටම් හැඩැති, සිලින්ඩරාකාර හා ත්‍රිකෝණාකාර වශයෙන් ආකාර කිහිපයකින් ම හඳුනා ගත හැකිය.

වායු නළවල සිදුරේ ප්‍රමාණය තීරණය වන්නේ ස්ථානයට, උඳුනට හා ශිල්පියාට අනුව ය.

සාමාන්‍යයෙන් උඳුන් ඉදිරිපස බිත්තියේ පතුලේ (පාදමේ) සිට සෙන්ටිමීටර් 25-40 අතර උස ප්‍රමාණයකින් මේ වාතය ලැබෙන නළ සවිකර ගනී (ibid:173-174).

උඳුන නිර්මාණය කිරීම

උඳුන් පාදම සකස්කර ගැනීමේ දී මුලින් ද සඳහන් කළ පරිදි ඒ සඳහා භූමියේ භෞතික පිහිටීම වැදගත් වේ. ඊට අනුගත ව පාදම



සැළසුම් අංක 06: විවිධ ස්වරූපයේ වායු නළ (Tuyeres) නිර්මාණය කරගෙන ඇති ආකාරය.

A). තරමක් අටපට්ටම් හැඩැති වායු නළ (Fairly Octagonal Shape) - දෙහි ගහ ඇල කන්ද

B). සිලින්ඩරාකාර වායු නළ (Cylindrical Shape) - දෙහි ගහ ඇල කන්ද

C). ත්‍රිකෝණාකාර වායු නළ (Triangular Shape) - සමනළවැව

සකස් කිරීමේ දී එහි හැඩය පිළිබඳ ව අවධානය යොමු කෙරේ. සුළං මුහුණතෙහි සුදුසු ම ස්ථානය තෝරා ගෙන මතුපිට තෘණ හා වෙනත් පැළෑටි ඉවත් කර උඳුනට අවශ්‍ය භෞතික පරිසරය සකස් කර ගනී. අනතුරු ව භූමියෙහි අවශ්‍ය සීමාවෙහි පවත්නා පස් ඉවත් කර ගැනීම උඳුනේ ව්‍යාප්තියට අනුව සිදුකරයි. මෙහි දී පාදම කෙරෙහි අවධානය යොමු කරන අතර තෝරා ගන්නා ලද ස්ථාන තුනෙහි උඳුන් තුන් ආකාර බැවින් ඒ එකිනෙකක පාදම් ද තුන් ආකාර ගනී (සැළසුම් 07-09).

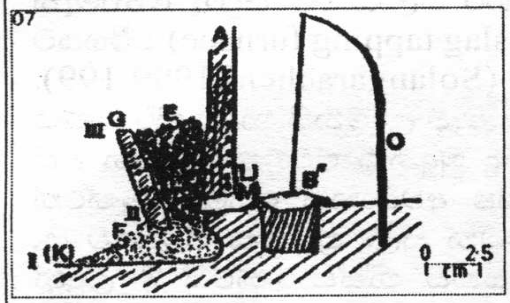
දෙහිගහඇල කන්ද උඳුන් මව් පාෂාණය කපා සකස් කර ඇති අතර ඕවලාකාර හැඩයෙන් (rectangular shape) නිර්මාණය කර තිබේ. එම හැඩය උඳුනේ උෂ්ණත්වය ඒකාකාරී ව පවත්වා ගැනීමට වැදගත් වේ. මේ උඳුන් වර්ගය යබොර ගලායාමේ සිදුරු නොමැති උඳුන් (non-slag tapping furnace) වර්ගයට අයත් වේ (Solangarachchi,1999:199). නමුත් සමනළවැව උඳුනෙහි පාදම නිර්මාණය කිරීමේ දී කඳු මුදුනක ඒවා තනාගෙන අති බැවින් විශේෂ අවධානය යොමුව ඇත්තේ උඳුනට ලැබෙන සුළං ප්‍රවාහය පිළිබඳව ය. බලංගොඩ යකඩ නිස්සාරණයේ දී උඳුන් මුඛයට වඩා කුඩාවට පතුළ නිර්මාණය කර ගත්තාට අමතරව යබොර ගලා යන සිදුරු කෙරෙහි ද අවධානය යොමු ව ඇත.

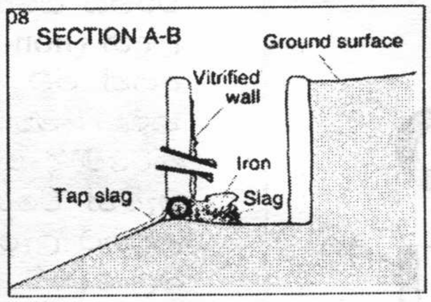
උඳුන් නිර්මාණය කිරීමේ දී ඉදිරිපස බිත්තිය දෙපසින් පවත්නා ශිලාමය පුවරු (සීමා ගල්) ඉතා වැදගත් වේ. උඳුන් හි ශක්තිය රඳා පැවැත්ම මේවාට අනුව තීරණය වේ. මේ ශිලා පුවරු සීගිරිය උඳුන්වල මෙන්ම සමනළවැව උඳුන්වල ද දැකිය හැකි ය (දොඩම්වල 2008:39-40). සීමා ගල්වලට ඇඳා උඳුනේ පිටුපස බිත්තිය සකස් කර ගන්නා අතර එයට කලින් කවාකාරව බිත්තිය කපාගෙන තිබීමෙන් පහසුවක් ඇති කරයි.

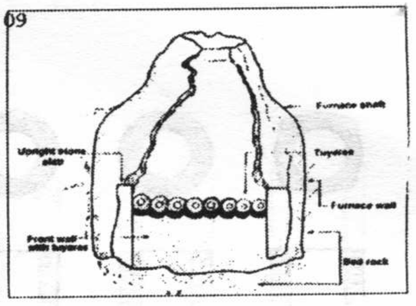
බිත්ති බැඳීමේ මැට්ට ට කුඩු කරගත් තිරුවාණ කැබලි ද එක් කර ගනී. උඳුනේ පිටුපස බිත්තියේ ඇතුළු පැත්ත සිනිඳු ලෙස සකස් කර ගනී. අලකොළවැව උඳුන් හි බිත්ති ඉහළට යන විට එහි ඝනකම ක්‍රමයෙන් අඩුවන බව ද සොයා ගෙන තිබේ (Solangarachchi, 1999:165-171). මේ උඳුන් ප්‍රතිසංස්කරණය කරමින් නැවත නැවත භාවිතය ට ගෙන ඇති බවට ද සාධක අනාවරණය වෙයි (දොඩම්වල 2008:39-42). සීගිරිය ප්‍රදේශයේ උඳුන් උස සාමාන්‍යයෙන් 2 m පමණ වන අතර එය නිර්මාණය කර ඇත්තේ මව් පාෂාණය මත ය (Forenius and Solangarachchi 1994:136-137).

සමනළ වැව ප්‍රදේශයේ උඳුන් අතර කුඩාම ඒවායේ පාදම මීටර් 0.5 පමණ වන දිගින් හා මීටර් 0.6 පළලින් යුතුව තනා තිබේ. කාලනීර්ණය ට අනුව ඒවා ක්‍රි.පූ. 4-2 සියවස් අතර කාලයට අයත් වේ. මීටර් 2.1 හා 0.4 වන දිග පළලින් යුතු උඳුන් ක්‍රි.පූ. 7-9 සියවස් අතර කාලයට අයත් වේ (Juleff 1998,2009) (ඡායාරූප අංක 09 හා සැළසුම් අංක 10-11).

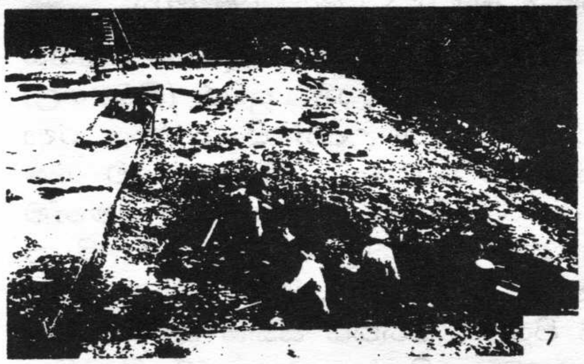
සමනළවැව ඉදිරිපස බිත්තිය සකස් කර ගැනීමේ දී දෙපස සීමා කණු දෙක දක්වා එකිනෙකට සම්බන්ධ කරන ලද මැටි නළ යටින් ම යොදන වැලි තට්ටුවක් මත තැන්පත් කර ගනී. එම මැටි නළවල පැතිරීම උපරිම වන පරිදි හා එම මැටි නළ මැදිවන සේ



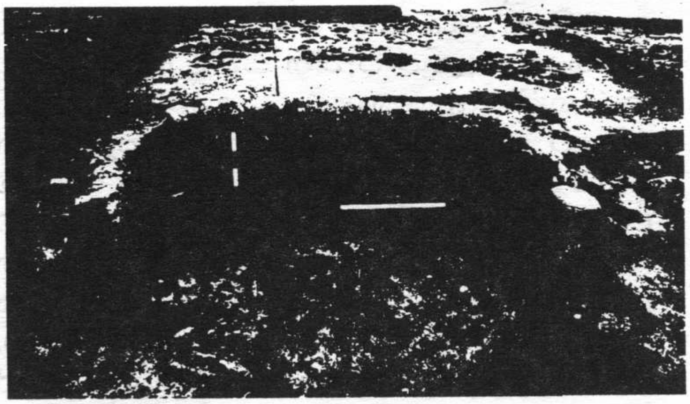




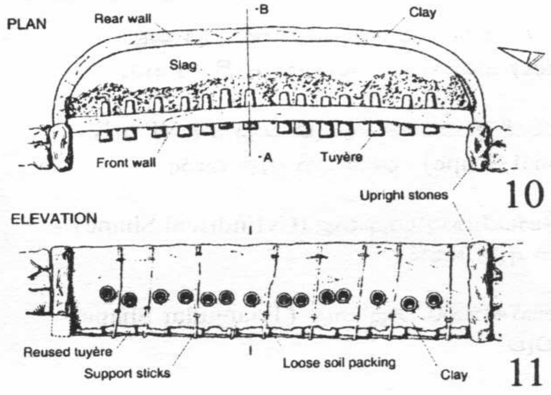
සැළසුම් අංක 07-09: පැති පෙනුමට අනුව බලංගොඩ (07) සමනලවැව (08) හා ඉදිරි පසින් අලකොළවැව (09) උඳුන් හි පාදම් *(Koomaraswami :1994, Jill Juleff :2009 & Solangarachchi :1999)*



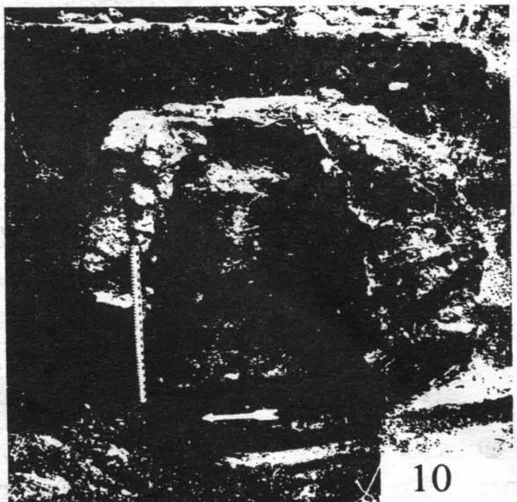
ඡායාරූප අංක 07-08: සමනලවැව උඳුන් පිහිටා තිබූ ප්‍රදේශය කැනීමට භාජනය කරමින් (7) හා අලකොළ වැව උඳුන් කැනීම ට භාජනය කරමින් (8). *(Jill Juleff -2009 & Solangarachchi -1999)*



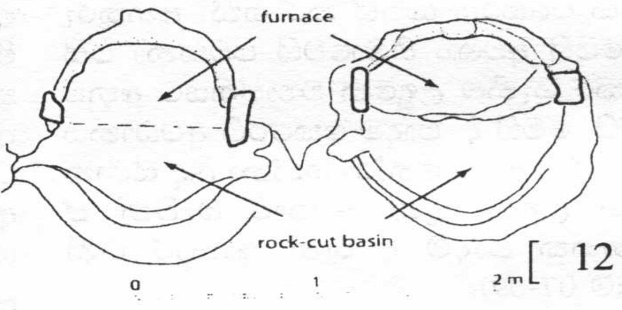
09



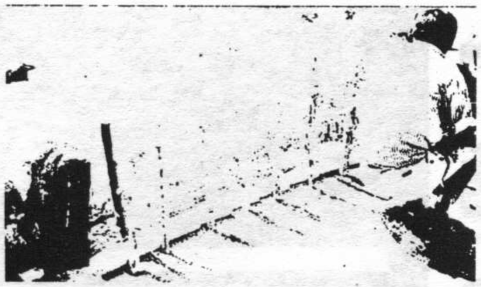
ඡායාරූප අංක 09: සමනලවැව උඳුන් හි සීමා ගල් පිහිටීම, සැළසුම් අංක 10-11: සමනලවැව උඳුනක සැළැස්ම (Plan) හා ඉදිරිපස පෙනුම (Front Elivation). *(Jill Juleff -2009)*

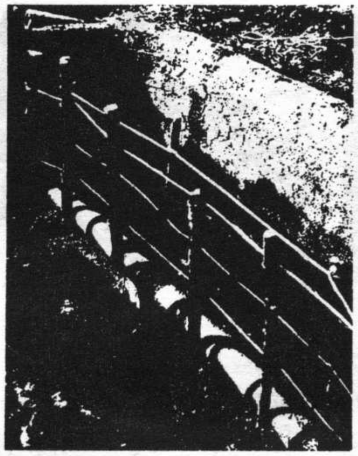


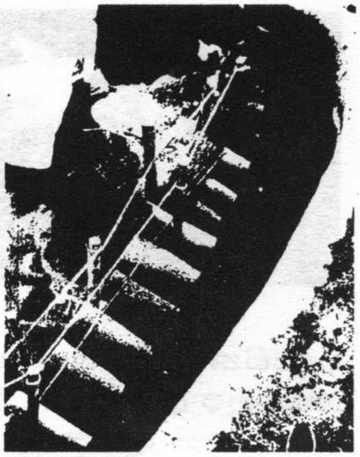
10



ඡායාරූප අංක 10 හා සැළසුම් අංක 12: දෙහිගහ ඇල කන්ද උඳුන් පිහිටි ආකාරය (10) සැළසුමට අනුව ඒවායෙහි සීමා ගල්වල පිහිටීම (12)


11

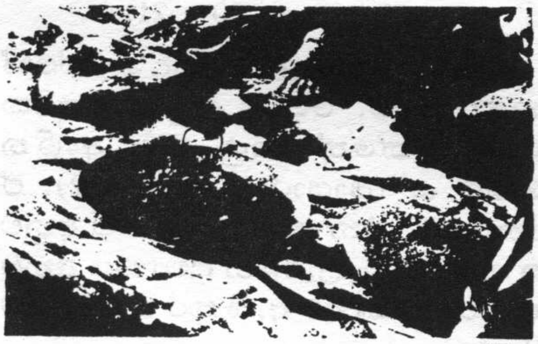

12

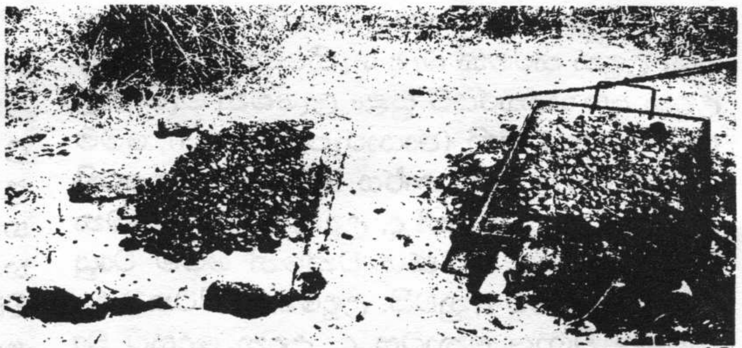

13

14

15

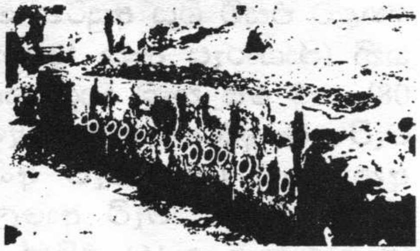
16

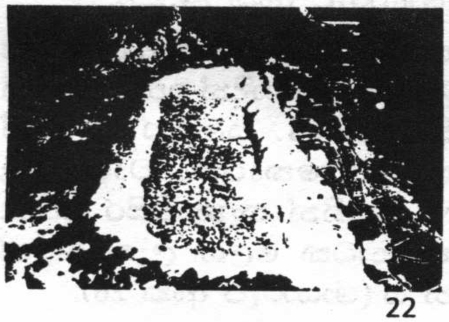

17

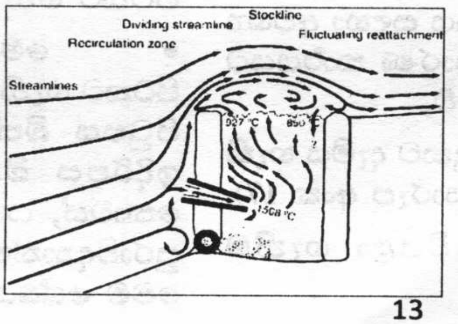

18

19

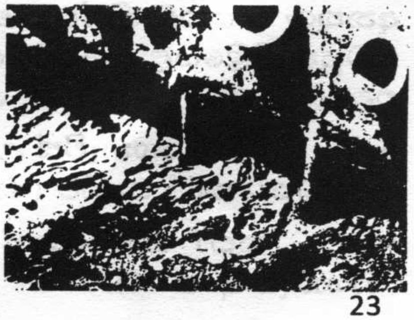
20


21


22

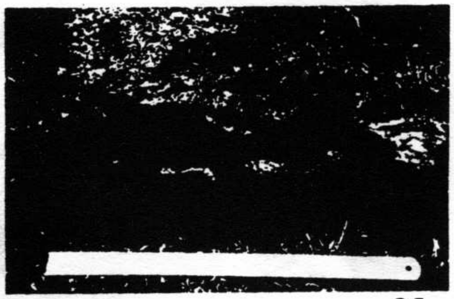


13


23

24

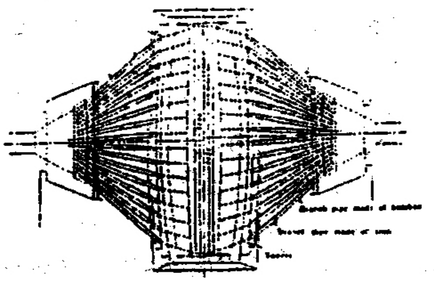
25


26

දෙපසින් දැව කණු පෙළක් සිටුවා ගනී (ඡායාරූප අංක 11-12). වරිච්චි බිත්තිය ඉහළට ඔසවන්නේ මේ කණු අතරින් ඒවා ද මැදි වන් පරිදි ය. දැව කණුවල ඉහළ කොටස පරිසරයට නිරාවරණය නොවන නමුත් බිත්තියේ පහළම ප්‍රදේශයේ දී (මැටි නළ සහිත කලාපයේ දී) ඒවා පරිසරයට නිරාවරණය වේ. අධික උණුසුම හමුවේ උඳුනේ උපරි ව්‍යුහය රත් වී මේවා ඉක්මණින් දැවී යා හැකි බැවින් දැව කණුවල ඉහළ කොටස පරිසරයට නිරාවරණය නො වේ. මෙ සේ සිටුවා ගන්නා කණු එකිනෙකට සම්බන්ධ කර ගන්නේ වැල් උපයෝගී කර ගැනීමෙනි (ඡායාරූප අංක 11-12). අනතුරුව මේ හරස් අතට තැබූ මැටි නළ මත මැටි තබා ඉහළට බිත්තිය බැඳගෙන යයි. උඳුන තරමක් බැඳ ගැනීමෙන් අනතුරුව උඳුන අභ්‍යන්තරයට සුළං ලැබෙන මැටි නළ ස්ථාපිත කර ගනී (ඡායාරූප අංක 13). මෙම පිහිටුවීම උඳුනේ කාර්ය සාඵල්‍ය කෙරෙහි සෘජුවම බලපායි. මන් ද, උඳුන තුළට ලැබෙන වායු ප්‍රමාණය තීරණය වන්නේ මෙම වායු නළ පිහිටුවීමට අනුවයි. උඳුනෙන් පිටතට වා නළවල විශාල කොටස ද, උඳුන දෙසට වා නළවල කුඩා කොටස ද වන සේ තරමක් ඉහළට එසවී ගිය අයුරින් මේ නළ පිහිටුවා ගනී (ඡායාරූප අංක 13 හා සැළසුම් අංක 08). මෙ සේ තැබූ වායු නළ මත නැවතත් මැටි තබා ඉදිරිපස බැම්ම බැඳ ගනී. බැඳීමෙන් අනතුරුව (ඡායාරූප අංක 14-15) එම බැම්මෙහි දිය මැටි ආලේපය සිදු කරයි (ඡායාරූප අංක 16). එයින් උඳුන සකස් කර ගැනීම අවසන් වෙයි.

අනතුරු ව යකඩ නිස්සාරණය සඳහා අවශ්‍ය කටයුතු පිළියෙළ කර නිස්සාරණ කාර්යයට එළඹෙයි. ඒවා පහත පරිදි වේ,

- යපස් ගෙනැවිත් උඳුනට දැමිය හැකි ප්‍රමාණයට කඩා ගැනීම (ඡායාරූප අංක 17).
- කඩා ගත් යපස් වියළා ගැනීම (ඡායාරූප අංක 18).
- එම යපස් රත්කර ගැනීම (Iron Ore Roasting). මෙම විවෘත දහනයෙන් ඔක්සිහරණ ක්‍රියාවලියක් සිදුවෙයි. අමු යපස්වල වර්ණය ද මෙයින් වෙනස් වෙයි (ඡායාරූප අංක 19).
- අනතුරුව උඳුන පූර්ව රත්කර ගැනීමක් (Preheating) කරයි. මෙහි දී අඟුරු පමණක් උඳුනට දමා පුළුස්සා ගනී. මෙමගින් උඳුනේ ඇතුළු පැත්ත සම්පූර්ණයෙන් ම කළු පැහැ ගැන් වේ.
- අනතුරු ව උඳුනට යපස් (Ore) හා අඟුරු (Charcoal) මාරුවෙන් මාරුවට එක් කර ගනී. උඳුන් පතුළට ම යොදන්නේ අඟුරු තට්ටුවකි. (ඡායාරූප අංක 20 - 21).
- උඳුනට ගිණි දැල්වීම සිදු කරන්නේ ඉන් අනතුරුව ය. මෙබඳු උඳුනක අධික උණුසුමක් ඇත්තේ වායු නළ ආශ්‍රිත ප්‍රදේශයෙහි ය (ඡායාරූප අංක 22). ඒ හැරෙන්නට හමා එන සුළං ප්‍රවාහය ට අනුව හා උඳුන තුළට සුළං ලැබෙන ප්‍රමාණය අනුව විවිධ උෂ්ණත්ත්ව කලාප ඇති කර යි (සැළසුම අංක 13).
- යපස් (Ore) රත් වීමෙන් යකඩ හා යබොර වෙන් වී උඳුනෙහි යකඩ ඉතිරි කරමින් යබොර ඉදිරිපස බිත්තියේ පහළ හරස් අතට දැමූ මැටි නළ අතරින් ඉදිරියට ගලා එයි (ඡායාරූප අංක 23).
- ප්‍රමාණවත් පරිදි යපස් දහනය වීමෙන් අනතුරු ව උඳුනේ ඉදිරිපස බිත්තිය කඩා ප්‍රතිඵලය ලෙස අමු යකඩ උඳුනෙන් පිටතට ගනී (ඡායාරූප අංක 24,25).
- මේ ආකාරයට උඳුන කඩා ප්‍රතිඵලය පිටතට ගැනීමත් සමඟ හොඳින් ඉතිරි වන්නේ පිටුපස බිත්තිය පමණි. යබොර, උඳුනේ ඉදිරිපස බිත්තියේ කොටස්, වායු නළ කොටස්, යකඩ තැනින් තැන විසිර පවතී. පුරාවිද්‍යාත්මක සාධක ලෙස ලැබෙන්නේ මෙම ශේෂයන් ය (ඡායාරූප අංක 26).



ඡායාරූප අංක 35 හා සැළසුම් අංක 17: ජපානයේ ටාටරා (tatara) උඳුන්වලට සුළං ලබා ගැනීමේ දී භාවිත කරන ක්‍රමවේදය (Japanese sword making: 26/9/2013)

අලකොළවැවෙහි උඳුන් නිර්මාණය කිරීමේ තාක්ෂණික ක්‍රියාවලිය ද සමනලවැවට තරමක් සමාන ය. නමුත් සමනලවැවෙහි උඳුන් හි උපරිව්‍යුහය බොහෝ සෙයින් විවෘත වන අතර, අලකොළ වැවෙහි උපරි ව්‍යුහය චිමිණි හැඩයක් ගත් බැවින් එතරම් විවෘත නොවේ. මෙම චිමිනිය සකස් කර ගත් ක්‍රමය තාක්ෂණික අතින් ඉතා වැදගත් වේ. එය උඳුන තුළ තාපය ආරක්ෂා වීමට බලපා ඇත (සැළසුම් අංක 09). සාමාන්‍යයෙන් උඳුනේ කවාකාර පතුල මීටර් 1/2 පමණ වෙයි. උඳුනේ ඉදිරිපසින් මයින හමක් වැනි යමකින් කෘත්‍රිම ලෙස සුළං ලබා දුන් බව රෝස් සෝලංගාරච්චි පෙන්වා දෙයි (1997:27). නමුත් එය ද නිශ්චිත වශයෙන් ප්‍රකාශ කිරීමට තරම් ප්‍රමාණවත් සාධක හමු වී නොමැත. අලකොළ වැව හි නිස්සාරණය කරන ලද්දේ මැග්නටයිට් ය (Solangarachchi 1999:36). මැග්නටයිට් යපස්වල යකඩ ප්‍රතිශතය සියයට 72.4ක් නිසා ඒවා නිස්සාරණය සඳහා අධික තාපයක් අවශ්‍ය වේ. එනිසා කෘත්‍රිම සුළං ප්‍රවාහයක් ලබා දිය යුතු යයි උපකල්පනය කිරීම සහේතුක ය. උඳුන් ඉදිරිපස යම් කවාකාර බවක් පැවතීම අවිනිශ්චිත නමුත් යම් කෘත්‍රිම සුළං ලබා දීමක් පිළිබඳව ඉඟියක් එයින් ලබා දෙයි. එය මයින හමක් හෝ ජපානයේ tatara උඳුන්වල දී භාවිත කරන්නා මෙන් වෙනත් ක්‍රමයක් විය හැකි ය.

බලංගොඩ ප්‍රදේශයේ උඳුන් ප්‍රධාන වශයෙන් මයින හම ආධාර කර ගනිමින් ක්‍රියාත්මක වූවකි. මෙම උඳුනෙහි විවර දෙකක් පැවතී ඇත. එකක් ඉදිරියෙන් යබොර පිටවීමට හා යකඩ කැටියක් ලෙස ඉවත් කර ගැනීමට උපයෝගී කර ගත්තකි. පිටුපස සිට උඳුනට ඇති අනෙක් විවරය මීගින් මයින හමෙන් උත්පාදනය කරන සුළං උඳුන තුළට ලබා දී ඇත. මෙම උඳුනෙහි පතුල හා ඉදිරිපස බිත්තිය වැලිවලින් වසයි. උඳුනෙහි සාමාන්‍ය හැඩය V ආකාර වෙයි (සැළසුම 07). උඳුනෙහි ගිනි දැල්වීම ට පතුළට ගිණි පුපුරක් දමා ඒ මත අඟුරු හා යපස් දමනු ලබයි. කාර්යය කෙරෙන අතරතුර අඟුරු හා යපස් මාරුවෙන් මාරුවට නැවත නැවතත් දමයි. මෙහි මයින හම ඇදීම ද තවත් විශේෂ කාර්යය භාරයකි. උඳුනට පිටුපසින් ඇත්තේ වරිච්චි බිත්තියකි. ඊට පිටුපසින් කකුල නොකඩවා ඉස්සීම හා පහත හෙලීම තුළින් සුළං උඳුනට යන ආකාරයට මේ මයිනහම නිර්මාණය කරගෙන තිබේ (ඡායාරූප අංක 02-04 හා සැළසුම් අංක 07). සාමාන්‍යයෙන් පැය තුනක පමණ කාලයක දී මේ උඳුනකින් යකඩ නිස්සාරණය කර ගත හැකි බව කුමාරස්වාමි පෙන්වා දෙයි (1994:188). එසේ නිපදවා ගන්නා යකඩ තැලීමේ හා කැපීමේ කාර්යයන්ට ලක් කොට සිසිල් ජලයට දමයි. යකඩවල තත්ත්වය උසස් කිරීම සඳහා මෙ සේ ජලයට දමා නිවෙන්නට හරින්නේ යයි පැවසේ (එම:188).

සමාලෝචනය

ශ්‍රී ලංකාවේ යකඩ නිෂ්පාදනය සම්බන්ධයෙන් විවිධ විද්වතුන් විවිධ ක්ෂේත්‍ර ඔස්සේ අධ්‍යයනයන් සිදු කර ඇති ආකාරය හඳුනා ගත හැකිය. ඔවුනොවුන්ගේ අධ්‍යයනයන් හි මෙරට යකඩ නිෂ්පාදනයේ තාක්ෂණික පරාමිතීන් පිළිබඳ වන අනාවරණයන් කෙරෙහි පමණක් මෙහි දී අවධානය යොමු කර තිබේ. ඒ අනුව ශ්‍රී ලංකාවේ ප්‍රධාන යකඩ නිස්සාරණ ස්ථාන තුනක් පිළිබඳ පූර්ව සොයා ගැනීම් කෙරෙහි අපගේ අවධානය යොමු විය.

එනම් ආනන්ද කුමාරස්වාමිගේ බලංගොඩ පර්යේෂණ, රෝස් සෝලංගාරච්චිගේ සීගිරිය ප්‍රදේශයේ පර්යේෂණ හා ජිල් ජුලේෆ්ගේ සමනළවැව ප්‍රදේශයේ පර්යේෂණයන් ය. ප්‍රධාන දේශගුණ කලාප දෙකක් නියෝජනය කරන මෙම ස්ථාන තුනෙහි පිරික්සීම්වල දී උඳුන්හි ස්වභාවය තීරණය වීම සඳහා කලාපීය වශයෙන් පැවති භූ භෞතික පිහිටීම වැදගත් වූ බව අනාවරණය වී ඇත. සුළඟේ වේගය සමනළවැව උඳුන් සඳහා විශේෂයෙන් බලපා තිබේ. නිස්සාරණයේ දී යොදා ගත් මැග්නටයිට්, හෙමටයිට්, ලිමොනයිට් යන ප්‍රධාන යපස්වල ස්වභාවය යබොරවල ද්‍රවාංකය තීරණය කරන ලදි. අලකොලවැවෙහි භාවිතයට ගෙන ඇති මැග්නටයිට්වල යකඩ ප්‍රතිශතය වැඩි හෙයින් ඒවා නිස්සාරණය සඳහා අධික තාපයක් අවශ්‍ය වී ඇත. ඒ හේතුවෙන් එම ප්‍රදේශයෙහි යපස් උණු කිරීම සඳහා අනිවාර්යයෙන් කෘතිම වායු ලබා දීමක් සිදු කළ යුතු යයි නිශ්චය කළ හැකිය. නමුත් ඒ ආකාරය පිළිබඳව මෙතෙක් විශ්වසනීය තොරතුරු ලැබී නොමැත. සමනලවැව උඳුන් සඳහා ස්වභාවික ලෙස ලැබෙන වාතය යකඩ නිස්සාරණ ක්‍රියාවලිය සඳහා ප්‍රමාණවත්ය. බලංගොඩ ප්‍රදේශයේ මයින හම උපයෝගී කර ගන්නා බැවින් අවශ්‍ය වාතය ප්‍රමාණවත් පරිදි උඳුන් වෙත ලබා දීම සිදු කරයි. උඳුනේ තාපය පාලනය වීම සඳහා උඳුනේ ස්වභාවය ද, දහනයේ දී යොදා ගත් දැව අඟුරු ද, උඳුන් නිර්මාණ තාක්ෂණය ද බෙහෙවින් උපකාරී වූ බව මෙහි දී පෙන්වා දී තිබේ. මෙසේ පැරණි ශ්‍රී ලංකාවේ යකඩ නිස්සාරණ ක්‍රියාවලිය හුදු සරළ ක්‍රියාකාරකමක් නොව, ප්‍රාදේශීය වශයෙන් පවත්නා ස්වභාවික වටපිටාව උචිත අයුරින් යොදා ගනිමින් ගැලපෙන තාක්ෂණික ක්‍රමෝපායන් තුළින් සාර්ථක ප්‍රතිඵල අත්කර ගත් ක්‍රියාවලියක් ලෙස පෙන්වා දිය හැකිය.

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථ හා ලේඛන නාමවලිය

කුමාරස්වාමි, ඒ. 1962, (1994 දෙවන මුද්‍රණය), *මධ්‍ය කාලීන සිංහල කලා*, (පරි.) ඇච්. ඇම්. සෝමරත්න, ජාතික කෞතුකාගාර දෙපාර්තමේන්තුව.

දැරණියගල. සිරාන්, 2007, *ප්‍රාග් ඓතිහාසික සබරගමුව (බලන්ගොඩ සංස්කෘතිය), හෙළදිව් වාසීන් සහ ආදිවාසීන්*, සංස්. දයානන්ද සෝමසුන්දර, එස්. ගොඩගේ සහ සහෝදරයෝ, කොළඹ 10, 67-108 පිටු.

දොඩම්වල. ගාමිණී, 2008, *ලාංකික අතීත යකඩ තාක්ෂණය*, ඇස්. ගොඩගේ සහ සහෝදරයෝ, කොළඹ 10.

සෝලංගාරච්චි, රෝස්. 1999[A], ශ්‍රී ලංකාවේ ලෝහ විද්‍යාවේ ඉතිහාසය, *විදුරාව*, 19 වෙළුම, 1 කලාපය, 19-27.

සෝලංගාරච්චි, රෝස්. 1999[B], සීගිරිය දඹුල්ල ප්‍රදේශයේ පැරණි යකඩ උණු කිරීම හා සමාජ ආර්ථික රටාව කෙරෙහි එහි බලපෑම, *ආර්ථික විමසුම*, 23 වෙළුම, පර්යේෂණ අංශය, මහජන බැංකුව, 26-28 පිටු.

Adikari, Gamini and Others, 2009, Fashions, Jewelleries and rituals of Alavala per-historic man (Abstract), Ed. in chief. Nimal De Silva, ***Symposium on New Discoveries from the Excavation at Alavala***, PGIAR, University of Kelaniya, 25p.

Begley, Vimala. 1981, Excavation of Iron Age Burials at Pomparippu – 1970, ***Ancient Ceylon***, Journal of the Archaeological Survey Department of Sri Lnaka, No.4, Department of Archaeology, Colombo, Sri Lanka, 49-142pp.

Chakrabarti, D.K., 1992,***The Early Use of Iron in India***, Oxford University Press, Delhi.

Coomaraswamy, A.K. 1908 (1956 2nd ed.), ***Medieval Sinhalese Art***, Pantheon Books, New Tork.

Craddock P.T. 2003, ***Cast Iron, Fined Iron, Crucible Steel: Liquid Iron in the Ancient World, Mining and Metal Production through the Ages***, Eds. by Paul Craddock and Janet Lang, The British Museum Press, London, 231-257pp.