

**LAND SUBSIDENCE AND EARTH FISSURES IN WEST KALLADA
AREA OF KOLLAM DISTRICT**



**Dr. VIJITH H
Mr. PRADEEP G.S
Ms. PARVATHY S**

Dr. SEKHAR LUKOSE KURIAKOSE (Ed)

Approved by: PROF. DR. KESHAV MOHAN, DIRECTOR, IDLM

Hazard, Vulnerability and Risk Assessment (HVRA) Cell
Department of Revenue and Disaster Management, Govt. of Kerala
2nd Floor, Institute of Land and Disaster Management
PTP Nagar, Thiruvananthapuram 695038
Tel/Fax: 0471-2364424. Email: hvracell.gok@gmail.com
Web: disasterlesskerala.org

A collaborative research laboratory of



INTRODUCTION

Land subsidence is a slow settlement of the ground surface due to natural or human induced causes. It is reported from many parts of the world and it causes substantial loss to property. This phenomenon can concern areas of various extensions, variable time periods and it can induce different consequences. Subsidence is observed to have resulted from natural causes, such as tectonic motion and sea level rise. Natural subsidence is very slow and develops in long term geological periods. In historical periods (hundreds of years) natural subsidence effects are not serious. On the contrary anthropogenic causes such as the heavy withdrawal of groundwater, geothermal fluids, oil and gas or the extraction of coal, sulphur, gold and other solids through mining or by tunnelling or from other mixed causes such as the hydro-compaction of loosely deposited sediments, oxidation and shrinkage of organic deposits or the development of sinkholes in karstic terrain. These are more rapid and its effects are more evident in the short term. Natural subsidence and anthropogenic one operate on different time scales (millions to thousands of years and hundreds to tens of years, respectively).

Location information

West Kallada village, which is naturally enclosed between Kallada River in the southwest and Sasthamkotta Lake in the northeast between $9^{\circ} 00' 30''$ to $9^{\circ} 02' 30''$ N and $76^{\circ} 35' 45''$ to $76^{\circ} 39' 00''$ E (Fig. 1) forms part of Kollam district, covering an area of 13.37 km² approximately. West Kallada is primarily an agricultural village, with 80% of the total area covered by floodplain deposits of river Kallada and rest of the area is shared by wetlands and lateritic mounds. Geologically the area is made up of crystalline rocks of Archean age and is covered with sedimentary formations of Miocene to recent ages. The major geomorphological features of the area include residual mounds, valley fills and flood plain. Land cover types of the area vary from mixed vegetation in the lateritic residual mounds and agricultural crops in the valley fills and flood plains. The main occupation, of this area traditionally has been paddy cultivation. In some areas rubber plantation is dominating over mixed plantation and paddy cultivation. But socio-environmental changes over time have made half the arable land suitable for growing mixed crops. The excavation of clay from the fields for brick industries has rendered the land unfit for farming and is a health hazard because of the high acidity in the water that collects in the trenches after the clay has been removed. Excessive clay mining has already

damaged the local environment. The area receives an annual average rainfall of 2600 mm. The temperature of the area varies from 28 to 36^o C with minimum of 20^o C.

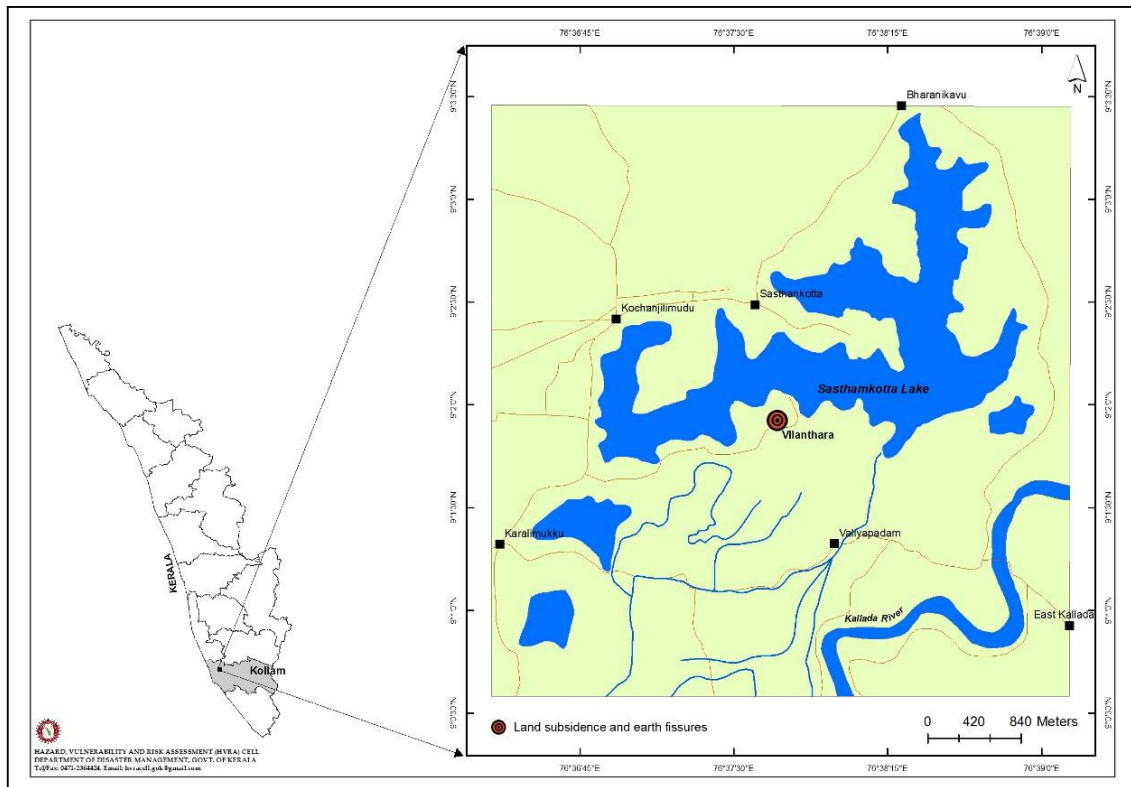


Figure 1. Map showing the study area with location of land subsidence and earth fissures.

This investigation was carried out based on the press report on 09/3/2013 about the land surface cracking and house collapses in Vilanthara area of West Kallada village (Fig. 2& 3). It was reported as an anomalous event which caused damages to more than 10 houses in which two houses were severely damaged. These houses were totally cracked and walls were separated. The investigation was carried out on 12th March, 2013 by Dr. Vijith H, Sr. GIS Specialist (Scientific Officer), Mr. Pradeep G.S. and Ms. Parvathy S., Researchers, HVRA Cell, ILDM, Dept. of Revenue and Disaster Management.

2 പടിഞ്ഞാറെകല്ലടയിൽ ഭൂചലനം: ഭൂമിയും ആറ് വീടുകളുടെ ഭിത്തിയും പിളർന്നു

സ്വന്തം ലേഖകൻ

ശാന്താകോട്ട പടിഞ്ഞാറെ കല്ലട പഞ്ചായത്തിലെ വലിയപടത്ത് വിലത്തറയിൽ വെള്ളിയാഴ്ച പുലർച്ചെ ഭൂചലനം അനുഭവപ്പെട്ടു. പലയിടത്തായി ഭൂമി പിളരുകയും ആറ് വീടുകളുടെ ഭിത്തിയും തറയും പിളരുകയും ചെയ്തു. രാവിലെ മരം ഒടിഞ്ഞു വീഴുന്നതുപോലുള്ള ശബ്ദം കേട്ടുണർന്ന വിട്ടുകാരിൽ ഭൂമിശോചനം പെട്ടെന്ന് പുറത്തിറങ്ങി. ഭിത്തി പിളർന്നതൊക്കെയും ഭൂമിയിൽ പിളർച്ചയൊക്കെയും ചെറു വീടുകളിൽ രണ്ടാണു. ഏതാനിലം വലു നിലം പൊത്താലുന്ന സ്ഥിതിയിൽ ചരിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. മൂലി അമ്പത് മീറ്ററോളമാണ് പിളർന്ന മാനിയിട്ടുള്ളത്. വിള്ളലുകൾ പലയിടത്തായി കൂടി വരുന്നതുണ്ട്.

വിലത്തറ വലിയപടം മേങ്ങലിൽ വീളിൽഗോപകുമാർ, മേങ്ങലിൽ പടിഞ്ഞാറയിൽ സീന, തൊട്ടു കിഴക്കുവശത്ത് ശാരദയുടെയും ജയദേവൻററയും പുത്രിയെ വീട്, വലിയപടം ബിന്ദു ഭവനത്തിൽ വിജയമ്മ, വിലത്തറ വലിയപടം രഞ്ജിത്ത് വേണിത് മോഹനൻ പിള്ള, വിലത്തറ പൊസ്റ്റോഫീസിലുള്ളത് മൂന്നിലംവത്തിൽ മോഹനൻ എന്നിവരുടെ വീടുകളുടെ ഭിത്തികളാണ് പിളർന്നത്. ഇതിൽ ഗോപകുമാറിന്റെയും ജയദേവൻററയും വീടുകളുടെ സ്ഥിരതയായാണ് ഭൂമിയും പിളർന്നു പോയിട്ടുള്ളത്. ഗോപകുമാറിന്റെ നാലുമുറികളുടെയും അടുക്കളയുടെയും ഭിത്തികൾ പിളർന്നു. ഇത് ഏതാനുമിടങ്ങളിൽ മിഷണറി നിലം പൊത്താലുന്ന സ്ഥിതിയിലാണ്. അടുക്കളയുടെയും ഹാളിന്റെയും തറ പിളർന്നു ചരിയിട്ടുണ്ട്. അടുത്ത വീട്ടിലെ തൂപ്പും മിഷണറിയുടെയും പിളർന്നിട്ടുണ്ട്. ഗോപകുമാറിന്റെ വീടിന്റെ ഭിത്തി പിളർന്നിരുന്നെങ്കിലും കിഴക്കു വശം



പടിഞ്ഞാറെ കല്ലടയിലുണ്ടായ ഭൂചലനത്തിൽ വീടുകളുടെ ഭിത്തി പിളർന്ന നിലയിൽ

ലുകൾ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. വലിയപടത്ത് രഞ്ജിത്ത് വേണിത് മോഹനൻ പിള്ളയുടെ വീടിന്റെ ഭിത്തികൾ വിണ്ണുകിടക്കുകയാണ്. ഒരു ഭിത്തി പിളർന്നിട്ടുണ്ട്. മോഹൻ രഞ്ജിത്ത് തകർന്നു ചരിയിട്ടുണ്ട്. മൂന്ന് ചിമ്മിനിയുടെ മോഹനന്റേയും വീടുകളുടെ ഭിത്തിയും തറയും ഇവിടെ പൊട്ടിയിരുന്നില്ല. വലിയപടം മൂന്നിലംവത്തിൽ, ശാന്താകുമാർ ആസ്സൂക്രിയലൈ ഫിറനക്കാരൻ മേൻ വീടിന്റെ ഭിത്തികളും പിളർന്നുതോന്നുന്നു. കഴിഞ്ഞ ഒരാഴ്ചയായി വീടുകളുടെ പല ഭാഗങ്ങളിലായി ചെറിയ ശബ്ദവും ചെറിയ വീടുകളും ഉണ്ടായിരുന്നതായി മിക്ക വീടുകാരുമുണ്ട്.

ഏറ്റവും ഉയർന്നതോ താഴ്ന്നതോ ആയ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിൽക്കുന്ന കെട്ടിടങ്ങൾക്കാണ് ഘണ്ടായിട്ടുള്ളത്. ഇവിടെ ഒരു പ്രത്യേക പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതാണ്. വീടുകളിൽ വീടുകളിൽ കുന്നത്തൂർ തറസീമിന്റെ വി.എൻ.ബി സുധീര അറിയിച്ചു.

പിളർന്നുപോയ രണ്ടു വീടുകളുടെ നിലകാണുകയാണെന്നും ചാരി തടാകസീമിന്റെ ശ്രീ.നാൽകയത്തയും തറസീമിന്റെ പാഞ്ഞകുറ വിവരം ശ്രീ.പി.പി.യുടെയും വിശദമായ നിർദ്ദേശങ്ങൾ കൈമാറുന്നുണ്ട്. അവിടേ അറിയിച്ചു പഞ്ചായത്തം ഗം കാലുവള്ളി ശ്രീ.നായത്ത് പ്രസിഡൻ്റ് ബി. തൃപി.കുമാർ, മേയ്ക്കമ്മയത്ത് സ്മാർത്ത് പീറ്റർ കമ്മിറ്റി ചെയർമാൻ മേയ്ക്കാസൻ, വേമ്പർ സമാജം ക്യാമ്പ് മേയ്ക്കാട് കല്ലട വില്ലേജ് ഓഫീസർ എന്നിവർ കൾ സന്ദർശിച്ചു.

3 തടാക തീരത്ത് വിള്ളൽ കൂടുന്നു

ശാന്താകോട്ട • കോട്ടവാരമുച്ചയിൽ ജലം വലിയുന്ന ശാന്താകോട്ട തടാകത്തിന്റെ തീരത്തു വിള്ളലുകൾ ഉപമുട്ടുന്നതു ഭിത്തി പൊങ്ങുന്നു.

ചെളിത്തീടുകളിൽ വിള്ളലുണ്ടാകുന്നതിനു പുറമേ തീരത്തു കുന്നിൽ ചരിവിലെ ഉറച്ച പ്രതലങ്ങളിലും വിള്ളലുകളുണ്ടാകുന്നു.

ഇത്തരത്തിലുള്ള വലിയ വിള്ളലുകൾ മൂലമാണ് കഴിഞ്ഞദിവസം പടിഞ്ഞാറെകല്ലട വില്ലത്തായിട്ട് ഏഴു വീടുകൾ പെട്ടെന്നിടയാൽ.

വില്ലത്തായിട്ട് മൂന്നിലം പാട്രം. ഗം വന്ന നിലയിലാണ്. 50 മീറ്റർ പുറത്തുവെച്ച് ഇവിടെ മൂലി ചെളിയിട്ടുണ്ട്.

തടാകത്തിലെ ജല നഷ്ടം മറ്റൊരു തരത്തിൽ കൂടി ജനങ്ങൾക്കു ഭിത്തിയായിത്തീരുകയാണ്. തി



രഞ്ഞ വൃഷ്ടിപ്രദേശത്ത് ആയിരത്തിയഞ്ഞൂറിൽപരം വീടുകളുണ്ട്.

വില്ലത്ത, കോട്ടക്കല്ലിൽ പോലുള്ള നിർമ്മാണ മേഖലകളും പ്രശസ്തമായ നിർമ്മാണങ്ങളാണ്. കഴിഞ്ഞ ജൂലൈയിൽ ഈ മേഖലയിൽ മാത്രമുണ്ടായ ഭൂചലനത്തിൽ കോട്ടക്കല്ലിൽ മേൽത്ത് മേട്ടൻ വീടുകളിൽ കൂടുതൽ മരം നശിച്ചു.

കല്ലടയാറിന്റെ മേൽത്തറയിലുള്ള പാതകൾ മേൽത്തറയെ അടങ്ങിക്കൊടുക്കുന്നതിനുപുറമേ തടാകത്തിന്റെ മേൽത്തറയ്ക്കും തടാകത്തിനു ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

തടാകത്തിൽ ഉറച്ച മേൽത്തറ മറ്റൊരു തരത്തിൽ ഏതെങ്കിലും വിള്ളലുണ്ടാകാൻ കഴിയുന്നില്ലെന്ന് തിരഞ്ഞെടുക്കലും താഴ്ന്നതുമായ ചെളി ഉറപ്പാക്കിത്തീർക്കുന്നതുമാണ് ഇവിടെയുണ്ടായത്.

വരൾച്ചയിൽ തടാകത്തിനു മേൽത്തറയുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ മൂലമുണ്ടായ നശിപ്പിച്ചു.

Figure 2 & 3: Newspaper cuttings of the West Kallada events reported.

Description of the event investigated

The in the Vilanthara area of West Kallada Village occurred on 7th March, 2013 around 5 am. The victims of the event described the process as “following a huge sound of blasting, associated with minor vibration in the ground”. Most of them were frightened and ran out of house. After the event, they observed walls and floors of the houses were cracked and the ground fractured with slight disposition in level (few mm). Water in the wells rapidly fluctuated and turbidity was observed. More severe damages were observed in houses which are located in elevated areas (slightly higher than



Figure 4: Earth fissures in Vilanthara area



Figure 5: Showing the width of earth fissures (3.5 cm approx.).

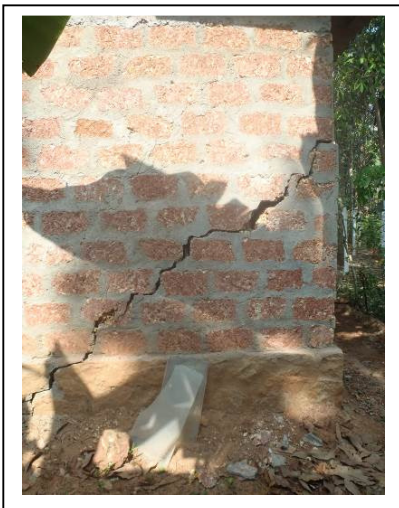


Figure 6: Wall crack developed due to land subsidence



Figure 7: Measuring strike of ground fractures developed

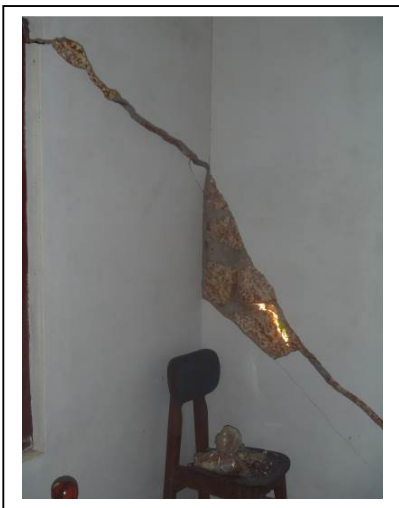


Figure 8: Cracked and collapsed wall of newly built house



Figure 9: Block separation in the wall cracked

the surrounding areas) and were noted in the western and eastern side of Vilanthara. The earth fissures seen in the Vilanthara area have shown a general strike of East-West and East South East-West North West directions with several hundreds of meters in length (200 to 400 mts). In some areas the fissures showed non-continuous and curvilinear character (Fig. 10).

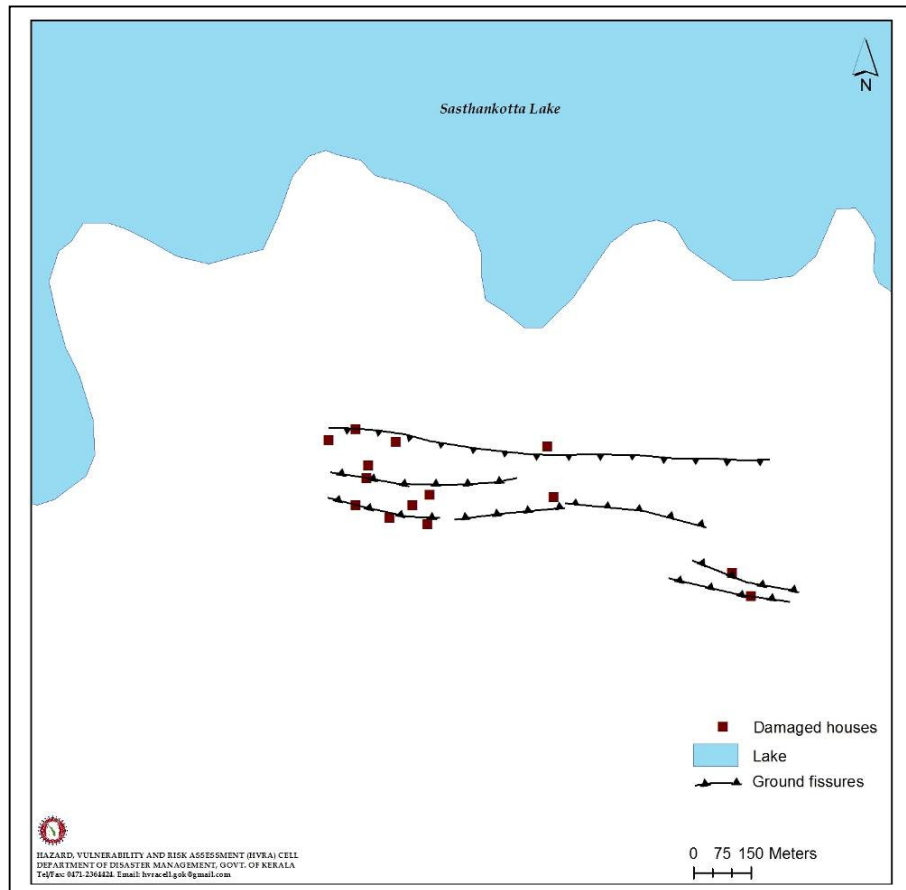


Figure 10: Strike extension map of ground fissures and damaged houses in Vilanthara area of West Kallada village in Kollam district.

The measured width of earth fissures varied from few mm to more than 4 cm and the visible depth varied from few cm to 2 meters. Due to the undulating nature of the terrain the continuity and depth of the fissures were not traceable. Houses with damages are located in the west and east ends of the fissures, where the terrain is showing elevation differences compared to the other areas. The fracture pattern seen on the walls and floors of the houses indicate the evidences of land subsidence in the region. It was also noticed that, the wells in the region shows rapid fluctuation in water level and one well had collapsed partly.



Figure 11: House cracked during the subsidence event



Figure 12: Curvilinear extension of ground fractures



Figure 13: Well with concrete ring collapsed during the land subsidence (Western side of the valley)



Figure 14: Unaltered wooden debris recovered from the collapsed well. It seen as mixed with clay



Figure 15: Water quality altered and water level lowered in the well (middle portion of the valley)



Figure 16: Totally dried in the month of February (This was first time in the area)

Findings of the investigation

The characteristic features of the reported event in Vilanthara area of West Kallada, were investigated and following inferences were made. As reported by the newspapers, the event was not a consequence of earthquake/earth tremors. The fractures and cracks seen in the houses and on the ground surface were not bearing the signature of earthquake generated cracks. The close examination of these ground fissures and fractures, pointed towards the vertical displacement of ground surface which made the fractures/cracks in buildings and ground. The development of earth fissures and subsequent land subsidence are characterised by a horizontal differential compaction and consolidation of sediments along a linear strike. These differential compaction and consolidation give rise to subsidence of land in an inhomogeneous manner leading to severe damages in houses in the area. The houses damaged by earth fissure development and land subsidence were situated in the flanks of a lateritic mound and adjoining valleys. Though the fissures show an extension of 200 to 400 meters with a general trend of east-west, most of it was covered by paddy fields. Houses situated in the flanks of the laterite mounds had undergone severe damage. The area affected by the development of earth fissures and subsequent land subsidence was mapped with detailed characteristics and is given in figure 19.



Figure 17: Continuous extension of ground fissure seen in the Eastern side of the valley



Figure 18: Large boulders deposited in the stream bed

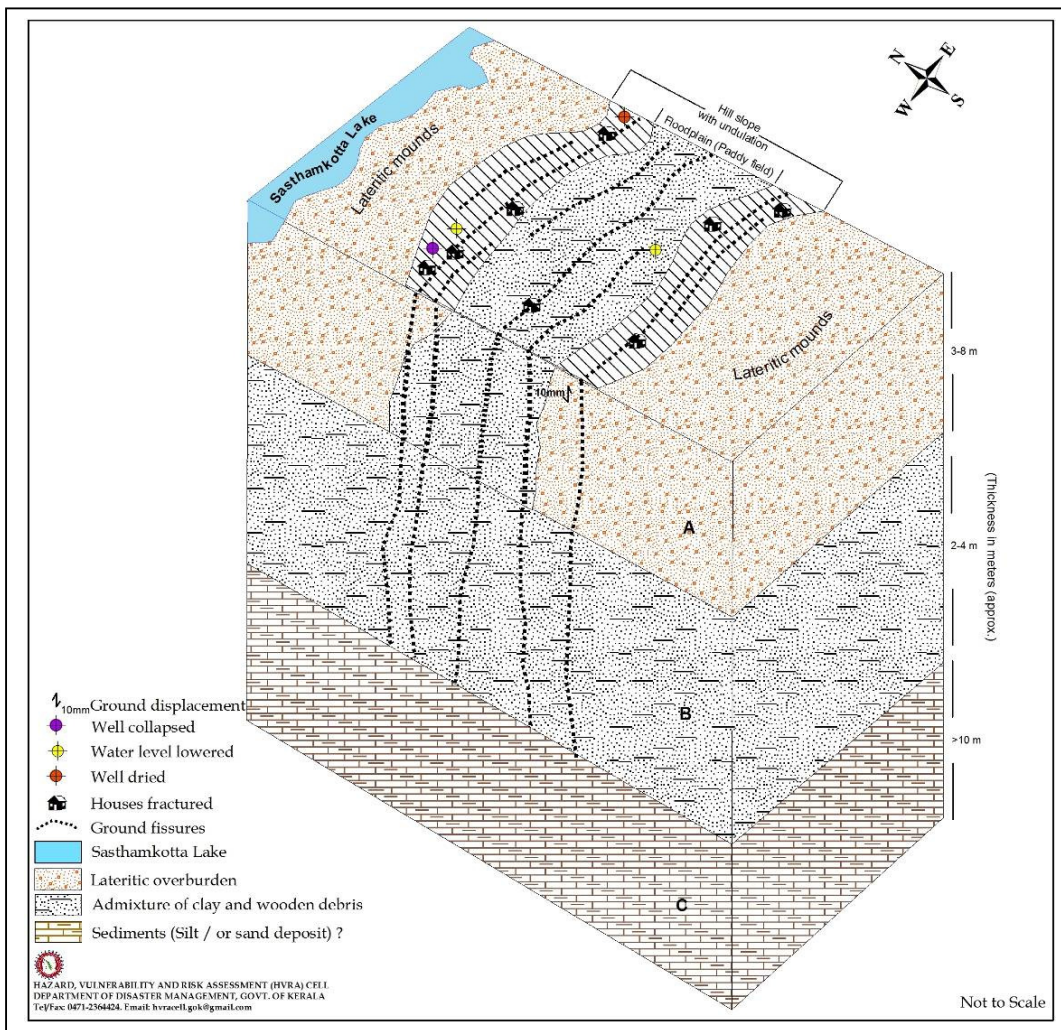


Figure 19: Cross sectional profile of sub-surface lithology and surface morphology of terrain with earth fissures

Geologic profile of the area inferred from the wells point towards the presence of carbonaceous clay layer (admixture of clay and wooden debris) between the overburden and aquifer. The area in general is composed of loose sediments and sedimentary rocks over which unconsolidated lateritic soil is seen as capping. Thickness of this lateritic overburden is varying from 3 to 8 meters and acting as good transmitter of rain water to subsurface and underground aquifer system. Dug wells in the area are constructed on the porous unconsolidated material and are fed by rainfall. Just below the lateritic capping, carbonaceous clay with unaltered wooden debris having a thickness of 4 m (sometimes greater) is seen. This is not seen all along the area but seen adjacent in the floodplain area of river Kallada. Below the carbonaceous clay deposit, vast deposit of sand was observed with varying thickness. Groundwater is present in the vadose zone and act as the source of drinking water. The vadose zone is constantly fed by the Sasthamkotta lake, from which

water is extracted to meet the increased domestic and agricultural demand of Kollam City and parts of Sasthamkotta, Sooranadu (South), West Kallada and Manrothuruthu panchayats in Kollam district. The well inventory carried out in the area pointed towards prolonged dry spell during the year (_____), which was contributed by deficiency of rainfall followed by severe drought and over exploitation of groundwater. A recent investigation by the Centre for Earth Science Studies (CESS) had revealed that the lake was losing its water level at an alarming rate of 1 cm per day due to deficiency in normal rainfall. Due to this Kerala Water Authority had to stop operating a few pumping stations, which was heavily depended by Kollam corporation and adjoining panchayaths. Continuous groundwater extraction during a long period of time, when discharge greatly exceeded recharge may have caused the vadose zone to completely dry out resulting in the non-reversible consolidation of the materials in the respective zone. During this period, the deep aquifer may have experienced considerable loss of artesian pressure and increase in effective stress, and subsequent strain and deformation resulting in ground fracture development and land subsidence. Lowering of water table caused by severe drought and over exploitation of groundwater along with the over burden weight may have forced the loose, unconsolidated subsurface layer to compact slightly, which resulted in ground fracture development and subsequent land subsidence.

This is supported by the field observation that many dried wells were found in the floodplain and valley portion, which point towards the lowering of groundwater table due to excessive extraction of groundwater from the aquifer system. The effective reduction in the quantity of groundwater exploitation from deep aquifer would guarantee the natural recovery of the aquifer system and reduce the additional load on the aquifer and its adjacent strata, thereby slowing down the speed of land subsidence.

Recommendations

1. The Dept. of Irrigation and Kerala Water Authority should prepare a water extraction calendar for Sasthamkotta Lake.
2. If the district experiences a rainfall shortage of 1 to 15% of the long period average for a given month (based on IMD data), the target extraction from borewells and open wells in the area may continue.

3. If the district experiences a rainfall shortage of 15 to 26% of the long period average for a given month (based on IMD data), the target extraction from borewells and open wells in the area should be reduced by 5%.
4. If the district experiences a rainfall shortage of >26% of the long period average for a given month (based on IMD data), the target extraction from borewells and open wells in the area should be reduced by 15%.
5. The district Ground Water Department may be directed to setup 10 ground water monitoring wells in the immediate vicinity of the area affected by the phenomenon.
6. The Irrigation Department may be directed to setup at least 5 weather stations (preferably automated weather stations) in the immediate vicinity of the lake.
7. The stage monitoring of the lake water level may be made regular and the data may be made available to Tahasildars and Village Officers of the Taluks that boarder the lake, on a weekly. The Tahasildars and Village Officers of the concerned Taluks shall meet once in a month under the chairpersonship of the ADM/Deputy Collector (DM) of the district to review the lake level and evaluate the need of any intervention from the perspective of Disaster Risk Reduction.
8. The water level in the lake and the threats to the lake shall be reviewed routinely in the once in 3 months District Disaster Management Authority meetings that are to be scheduled by the District Collector as per the specific direction in this regards in the District Collectors Conference held in October 2013 at Govt. Guest House, Thiruvananthapuram.